



**MANUAL SOBRE RIESGOS EN LA  
CONSTRUCCIÓN, DAÑOS A LA  
OBRA Y PÉRDIDA DE  
BENEFICIOS ANTICIPADA (ALOP)**

## ÍNDICE

<b>1. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. PARTES INTERVINIENTES EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	1
1.2. ETAPAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	3
1.2.1. PLANIFICACIÓN .....	4
1.2.2. LICITACIÓN DE LAS OBRAS.....	5
1.2.3. ADJUDICACIÓN DEL CONTRATO DE OBRAS.....	5
1.2.4. CONSTRUCCIÓN.....	6
1.2.5. LA RECEPCIÓN DE LA OBRA Y EL PERIODO DE MANTENIMIENTO.....	7
1.3. EL CONTRATO DE OBRAS.....	7
1.4. CONTENIDO DEL DOCUMENTO PROYECTO.....	7
1.4.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	8
1.4.2. PROYECTO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	10
1.4.3. ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL.....	13
1.4.4. DISPOSICIONES RELATIVAS AL CONTROL DE CALIDAD EN OBRA.....	15
1.5. PECULIARIDADES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN .....	16
<b>2. RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>22</b>
2.1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN.....	22
2.1.1. RIESGOS CONVENCIONALES .....	22
2.1.2. RIESGOS CATASTRÓFICOS (DE FUERZA MAYOR O EXTRAORDINARIOS) .....	23
2.1.3. RIESGOS DE LA PROPIA OBRA.....	27
2.2. RIESGOS ESPECÍFICOS DE ALGUNAS OBRAS.....	28
2.2.1. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES.....	29
2.2.2. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PRESAS .....	37
2.2.3. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS.....	48
2.2.4. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS ....	59
2.2.5. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES CON TUNELADORAS .....	65
<b>3. SEGUROS EN LA CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>69</b>
3.1. SEGUROS DE CONSTRUCCIÓN.....	69
3.1.1. SEGURO TODO RIESGO MONTAJE (TRM).....	69
3.1.2. SEGURO DE MAQUINARIA.....	70
3.1.3. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL.....	70
3.1.4. SEGURO DE OBRAS CIVILES TERMINADAS.....	71
3.1.5. SEGURO DE GARANTÍA DECENAL DE DAÑOS A LA EDIFICACIÓN .....	71
3.2. SEGURO TODO RIESGO CONSTRUCCIÓN (TRC).....	72
3.2.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	72
3.2.2. PÓLIZAS ABIERTAS .....	97
3.2.3. EL CONTRATO DE SEGURO .....	98
<b>4. PROCESO DE CONTRATACIÓN DE UNA PÓLIZA TRC.....</b>	<b>99</b>
4.1. SUSCRIPCIÓN DE UNA PÓLIZA. PROCESO DE TARIFICACIÓN.....	99
4.1.1. DATOS NECESARIOS PARA EL SUSCRIPTOR.....	101
4.1.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CÁLCULO DE LA TASA DE LA OBRA .....	103
4.1.3. INSPECCIONES Y PREVENCIÓN DE SINIESTROS .....	112

---

## 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

---

Dadas las características de las obras de construcción, para poder realizar un análisis de identificación y evaluación de los posibles factores de riesgo es necesario conocer tanto la naturaleza y funciones de los diferentes agentes implicados en todo el proceso constructivo como el procedimiento administrativo estándar que se viene siguiendo para la programación y adjudicación de este tipo de obras.

### 1.1. PARTES INTERVINIENTES EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Los agentes implicados en un proyecto de obra civil son: el promotor, el proyectista, el contratista, la dirección facultativa y la Administración Pública.

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

El **proyectista** es, en sentido amplio, una persona física o jurídica con capacidad y habilidad técnica, que elabora por cuenta del promotor el documento denominado "Proyecto", que contiene las instrucciones precisas para la realización de la obra, así como el presupuesto de ejecución. En sentido jurídico estricto, es una persona física con la titulación técnica precisa en Arquitectura o Ingeniería y dado de alta en el correspondiente colegio profesional, que con su firma se hace personalmente responsable de la adecuación del proyecto. La responsabilidad del proyectista se encuentra cubierta normalmente por pólizas propias de Responsabilidad Civil, generales o específicas, en función de la entidad de la obra y del daño previsible.

El **contratista** es una persona física o jurídica a la que no se le exige una habilitación profesional específica, que se compromete con el promotor a cambio de un precio y en unas condiciones previamente pactadas a ejecutar la obra -en su totalidad o la parte designada- aportando y ordenando los medios precisos para ello. La relación jurídica entre contratista y promotor se plasma en el denominado "Contrato de Obra", donde se puede facultar al contratista para que, a su vez, ceda parte de la ejecución a un tercero (subcontratista). No obstante, en general la subcontratación no crea ningún vínculo jurídico con el promotor, sino únicamente con el contratista.

Si el promotor contrata el total de la obra con un solo contratista, a éste se le denomina "contratista principal". Por el contrario, si el promotor contrata cada una de las partes de la obra (cimentación, estructura, etc.) con diferentes contratistas, a éstos se les denomina "contratistas independientes", los cuales sólo tienen vinculación jurídica con el promotor, pero no entre ellos.

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

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

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

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

Por otro lado, los contratistas y subcontratistas deben efectuar planes de seguridad específicos mediante los cuales se establecerán las medidas de seguridad que efectivamente se llevarán a cabo, respetando los criterios mínimos establecidos en los estudios de seguridad. Éstos serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad, que será aprobado por el responsable de seguridad de la obra (coordinador designado o dirección facultativa), en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

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

La **Administración Pública** hace referencia a cualquiera de los niveles administrativos que pueden estar presentes, directa o indirectamente, en el desarrollo de una obra civil de acuerdo con sus respectivos ámbitos de competencia: estatal, autonómico o local.

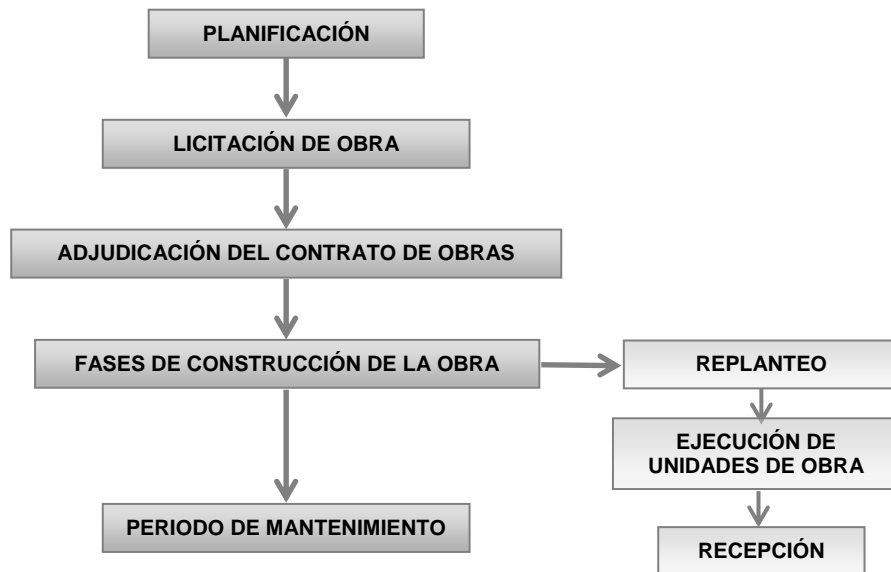
Eventualmente, pueden aparecer a lo largo del proceso terceras personas que resulten determinantes en la buena marcha de las obras. Es el caso de los “**interesados**”, en el sentido administrativo del término. Ostentan la condición de interesado en un expediente todas aquellas personas, físicas o jurídicas,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



**Personal en la obra**

## **1.2. ETAPAS DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN**

La realización de cualquier proyecto de obra civil o construcción -o la mejora de las ya existentes- se inicia mucho antes de que las máquinas comiencen a trabajar en el terreno. Antes de que esto ocurra, se desarrolla un laborioso proceso que comienza cuando se considera que existe una necesidad por cubrir, sea con objeto de la mejora de los servicios públicos o de satisfacer necesidades privadas (para mejorar la comunicación entre dos poblaciones se plantea la necesidad de carretera, etc.). Después, será necesario estudiar las diferentes alternativas posibles, el coste económico y las repercusiones medioambientales y sociales de la obra. Finalmente, se tomará la decisión de realizar la alternativa más adecuada. Este proceso podrá durar meses, e incluso años. El promotor puede ser tanto la administración pública o privado.



**Etapas de un proyecto de construcción**

### 1.2.1. PLANIFICACIÓN

En esta etapa se definen cuales son las necesidades a cubrir y los objetivos a alcanzar.

El primer paso a seguir es la realización de un **estudio de viabilidad** donde se resuelvan todas las cuestiones de índole física, económica, ambiental y quizá política que se planteen.

El estudio se comienza con la recopilación de los datos necesarios para el diseño de una solución a dicha necesidad, datos que pueden ser topográficos (medición de la superficie real de un terreno), hidrológicos (pluviometría de una cuenca, etc.), estadísticos (aforos de carreteras, etc.) o de otra índole.

En esta etapa, el ingeniero consultor debe trabajar de forma integrada con otros profesionales (financieros, etc.) y autoridades nacionales o locales con poder de decisión, para estudiar las implicaciones económicas y sociales, los impactos ambientales, etc., de la obra.

Una vez aprobado el estudio por el promotor, éste encargará a una empresa consultora de ingeniería la elaboración del **anteproyecto**, el cual constituirá un primer estudio de la obra a realizar. Es en esta fase en la que los organismos competentes decidirán, por ejemplo, el trazado de la carretera. En las fases posteriores el proyecto quedará definido con todo detalle.

En esta última fase se avanza mucho en los detalles constructivos, en la determinación de los costes, en el cronograma de construcción y en el presupuesto al que asciende la ejecución de la obra. En esta etapa tienen mucho peso las investigaciones de campo para detectar dificultades específicas relacionadas con la geología de las áreas en las que intervendrá, y se detallarán los impactos ambientales, incluyendo tanto la parte física como la biótica y la social. En general, es en esta fase en la que se escoge la solución definitiva, que será detallada en la etapa de diseño definitivo o **Proyecto de Construcción**.

### 1.2.2. LICITACIÓN DE LAS OBRAS

Una vez detallado y especificado suficientemente el proyecto se convoca la licitación de la obra, anunciando la apertura del concurso o subasta. En el caso de ser el promotor la Administración Pública, es obligatoria la licitación. Sin embargo, si se trata de un promotor privado, éste puede prescindir del procedimiento de licitación pública y solicitar ofertas directamente a diversos contratistas competidores.

De forma general, los documentos de licitación de la obra están integrados por **Piegos de cláusulas administrativas, particulares** (contratación, precios, plazos, forma de pago y condiciones a cumplir por la empresa constructora) y de **especificaciones técnicas** (características técnicas del proyecto, su alcance, documentos de los que consta, estudios previos, ensayos, documentación básica a utilizar, escalas, número de copias, grado de terminación de planos, cronogramas, unidades de obra con expresión de los precios y, en definitiva, todas las cualidades técnicas que debe reunir el proyecto para ser aceptado por la Administración).

Las empresas interesadas en la realización del proyecto presentan su oferta atendiendo a lo indicado en los pliegos antes descritos. En dicha oferta, el licitador se compromete a iniciar y ejecutar las obras según las especificaciones fijadas, dentro de los plazos establecidos y para un presupuesto determinado, pudiéndose incluir, de manera complementaria, soluciones alternativas a la propuesta inicial en los pliegos.

### 1.2.3. ADJUDICACIÓN DEL CONTRATO DE OBRAS

El promotor hará una valoración de las ofertas presentadas en función del presupuesto, la experiencia, las garantías técnicas y financieras, estudios medioambientales, certificados de calidad, etc., y adjudicará el contrato de obras al licitador que presente la mejor oferta.

La supervisión de la obra será llevada a cabo por el mismo proyectista u otro independiente, según determine el promotor.

#### 1.2.4. CONSTRUCCIÓN

Una vez adjudicada la obra, comienza el trabajo sobre el terreno (desbroce, replanteo, etc.), preparando éste para las obras a realizar (movimientos de tierras, construcción de estructuras, etc.).



**Desbroce del terreno**

La construcción comienza con el replanteo de la obra, que consiste en plasmar en el terreno detalles anteriormente dibujados en planos, como por ejemplo el lugar donde colocar pilares de cimentaciones, etc. Es un paso importante para luego proceder con la realización de la obra.



**Replanteo de una obra**

La ejecución de una obra puede durar desde meses a varios años, por lo que la forma de pago se realiza mediante el abono del promotor, durante el periodo de construcción, al contratista a intervalos regulares los importes convenidos, con arreglo al progreso de las obras certificadas por el ingeniero que las supervisa.

Por consiguiente, en ocasiones, los pagos de las primas de seguro de grandes proyectos se acuerdan de manera semejante, en plazos que se abonan por adelantado para el año siguiente. Para simplificar el control, por regla general los plazos son cuotas de prima total.



### **1.2.5. LA RECEPCIÓN DE LA OBRA Y EL PERIODO DE MANTENIMIENTO**

Las obras se dan por concluidas cuando la dirección de obra certifique que han sido terminadas conforme al contrato y tras firmar el denominado **acta de recepción provisional**. La responsabilidad contractual del contratista acaba en este momento, aunque puede ampliarse al denominado **periodo de mantenimiento**, de duración de seis a doce meses. Durante este periodo, el contratista está obligado a realizar, a sus expensas, cualquier corrección o reparación que se considere necesaria, y a subsanar todos los defectos, faltas o imperfecciones que aparezcan en la obra. Es tras la firma del **acta de recepción definitiva**, cuando el contratista queda eximido de toda responsabilidad contractual.

En España, para el caso de edificación de uso residencial, el contratista queda legalmente sujeto a responsabilidades durante diez años por defectos estructurales, según determina la Ley 39/1999 de la LOE (Ley de Ordenación de la Edificación).

### **1.3. EL CONTRATO DE OBRAS**

El contrato de obras es el instrumento jurídico que permite repartir la responsabilidad financiera entre el promotor del proyecto de construcción y el contratista. Por tanto, entre otras cláusulas, contiene aquéllas en las que se obliga al contratista a asegurar las obras contra pérdidas o daños. Por lo tanto, es importante para un buen análisis de los riesgos estudiar dicho documento.

### **1.4. CONTENIDO DEL DOCUMENTO PROYECTO**

Los proyectos de obras deberán comprender, al menos:

1. Una **memoria**, en la que se describa el objeto de las obras, que recogerá los antecedentes y situación previa a las mismas, las necesidades a satisfacer y la justificación de la solución adoptada, detallándose los factores de todo orden que haya que tener en cuenta.
2. Los **planos de conjunto y de detalle**, necesarios para que la obra quede perfectamente definida, así como los que delimiten la ocupación de terrenos y la restitución de servidumbres y demás derechos reales, en su caso, y servicios afectados por su ejecución.
3. El **pliego de prescripciones técnicas particulares**, donde se hará la descripción de las obras y se regulará su ejecución, con expresión de la forma en que éstas se llevarán a cabo, de la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad y de las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista.

4. Un **presupuesto**, integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios y de los descompuestos y, en su caso, estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración.
5. Un programa de desarrollo de los trabajos o **Plan de Obra**, de carácter indicativo, con previsión -en su caso- del tiempo y coste.
6. Las referencias de todo tipo en que se fundamentará el replanteo de la obra.
7. Cuanta documentación venga prevista en normas de carácter legal o reglamentario.
8. El **Estudio de Seguridad y Salud** o, en su caso, el **Estudio Básico de Seguridad y Salud**, en los términos previstos en las normas de seguridad y salud en las obras.

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

Salvo cuando resulte incompatible con la naturaleza de la obra (por ejemplo, en el caso de ser el proyecto un plan de urbanización), el proyecto deberá incluir un **estudio geotécnico** de los terrenos sobre los que se ejecutará la obra.

#### **1.4.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO**

El estudio geotécnico es el resultado de los trabajos de inspección y caracterización del subsuelo afectado por una obra de ingeniería o arquitectura, motivados por la necesidad de conocer el comportamiento del terreno ante la influencia de dicha obra, y que además de comprender los aspectos descriptivos formales del terreno, suele incluir ciertas recomendaciones para el proyecto de la obra en aquellas facetas en la que ésta “interacciona” con el terreno.

En este estudio deben definirse la naturaleza de los materiales a excavar, el modo de excavación, los taludes a adoptar en los desmontes de la explanación, la capacidad portante del terreno para soportar los rellenos, la forma de realizar estos últimos, sus taludes, los asentamientos que puedan producirse y el tiempo necesario para que se produzcan, los coeficientes de seguridad adoptados, las medidas a tomar para incrementarlos -caso de no ser aceptables-, y las medidas a tomar para disminuir y/o acelerar los asentamientos.

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



**Calicata**

Este estudio suele comprender las siguientes fases:

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

Cuando las obras tengan una considerable extensión, el asegurador debe comprobar que en el estudio geotécnico se ha tomado un número adecuado de muestras proporcionado a la extensión del territorio, y además deben preverse tomas de muestras adicionales a medida que la obra avanza con objeto de detectar alteraciones en las condiciones del suelo, aparición de estratos diferentes a los previstos, alteraciones en el nivel de la capa freática, etc. (por ejemplo, en la construcción de un túnel de varios kilómetros se deben prever toma de muestras adicionales).



**Máquina para sondeo**

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

El estudio geotécnico debe ser realizado por personal técnico cualificado de acuerdo con la normativa.

#### **1.4.2. PROYECTO DE SEGURIDAD Y SALUD**

La prevención de riesgos laborales es una materia que en la actualidad se considera de gran importancia.

Analizaremos a continuación el caso de España respecto a esta materia:

La Ley 1/1995 sobre esta materia tiene carácter básico, lo que no sólo implica su obligatoriedad absoluta como disposición de mínimos, sino también la de las disposiciones de desarrollo de rango inferior (Reales Decretos, Órdenes Ministeriales, etc.). Esta ley está orientada principalmente hacia los centros permanentes de trabajo, obligando a que exista un estudio de riesgos potenciales y a la adopción de las medidas preventivas y correctoras que sean oportunas.

La naturaleza de las obras de construcción convierte a éstas en centros de trabajo provisionales -lo que obliga a la adopción de estas medidas-, y si la inspección de trabajo comprueba que la inobservancia de la normativa sobre prevención de riesgos laborales implica, a su juicio, un riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, podrá ordenar la paralización inmediata de los trabajos.

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

En el caso de obras de construcción, la regulación se encuentra contenida en el RD 1627/1997 de disposiciones mínimas en esta materia. Distingue el decreto entre Estudio Básico y Estudio de Seguridad y Salud, y las previsiones que contienen se desarrollan posteriormente por el contratista en el Plan de Seguridad y Salud.

El **Estudio de Seguridad y Salud** deberá realizarse en los siguientes supuestos:

- Cuando el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759 € (540.910,8 \$).
- Cuando la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Cuando el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- En las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

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

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

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

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

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.

- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
- Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.
- Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.
- Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

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

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

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

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

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

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

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



**Seguridad en el trabajo**

### **1.4.3. ESTUDIO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL**

Los proyectos que hayan de someterse a evaluación de impacto ambiental deberán incluir un estudio de impacto ambiental que contendrá, al menos, los siguientes datos:

- Descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.
- Exposición de las principales alternativas estudiadas y justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos del proyecto sobre la población, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico artístico y el arqueológico.

- Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles. Informe, en su caso, de las dificultades informativas o técnicas encontradas en la elaboración del mismo.

La descripción del proyecto y sus acciones incluirá:

- Localización.
- Relación de todas las acciones inherentes a la actuación de que se trate, susceptibles de producir un impacto sobre el medio ambiente, mediante un examen detallado tanto de la fase de su realización como de su funcionamiento.
- Descripción de los materiales a utilizar, suelo a ocupar, y otros recursos naturales cuya eliminación o afectación se considere necesaria para la ejecución del proyecto.
- Descripción, en su caso, de los tipos, cantidades y composición de los residuos, vertidos, emisiones o cualquier otro elemento derivado de la actuación, tanto sean de tipo temporal - durante la realización de la obra- o permanentes -cuando ya este realizada y en operación-, en especial, ruidos, vibraciones, olores, emisiones luminosas, emisiones de partículas, etc.
- Un examen de las distintas alternativas técnicamente viables, y una justificación de la solución propuesta.
- Una descripción de las exigencias previsibles en el tiempo, en orden a la utilización del suelo y otros recursos naturales, para cada alternativa examinada.

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

- Estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de las obras, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamientos de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes.
- Identificación, censo, inventario, cuantificación y, en su caso, cartografía, de todos los aspectos ambientales que puedan ser afectados por la actuación proyectada.
- Descripción de las interacciones ecológicas claves y su justificación.
- Delimitación y descripción cartografiada del territorio o cuenca espacial afectada por el proyecto para cada uno de los aspectos ambientales definidos.



- ☑ Estudio comparativo de la situación ambiental actual y futura, con y sin la actuación derivada del proyecto objeto de la evaluación, para cada alternativa examinada.

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



**Entorno de una obra**

#### **1.4.4. DISPOSICIONES RELATIVAS AL CONTROL DE CALIDAD EN OBRA**

El control de calidad en las obras se define en los pliegos de condiciones técnicas que deben ser parte integrante de todo proyecto.

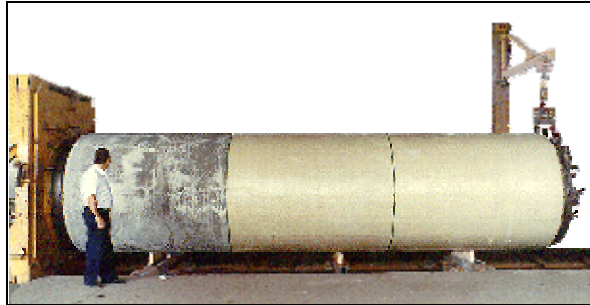
Se divide en dos partes:

- Control de recepción de materiales.
- Control de ejecución de unidades de obra.

En el caso de España:

- Es una disposición normal que la realización efectiva del control sea realizada por laboratorios o instituciones de carácter independiente -oficiales o particulares-, siempre que estén debidamente acreditadas mediante certificación expedida por organismos competentes.
- El pliego debe definir, para cada uno de los materiales o unidades de obra, la unidad de inspección (volumen de obra o número de unidades que constituyen la base para el muestreo), el número de muestras que hay que tomar, los ensayos que hay que realizar y las acciones en caso de rechazo (toma de más muestras, etc.). Es frecuente que estos aspectos se establezcan por referencia a determinadas disposiciones legales, normas, etc.

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



**Operaciones de control de calidad en hormigón**

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

## **1.5. PECULIARIDADES Y SITUACIÓN ACTUAL DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN**

Definir en pocas líneas las características de una obra de construcción nos obliga a centrarnos en las características generales, dejando para descripciones especializadas las propias de cada tipo específico de construcción.

Entre las peculiaridades que definen las obras de construcción destacan las siguientes:

- Los trabajos que se realizan configuran un **entorno cambiante** que se desarrolla en localizaciones abiertas de alta exposición a los agentes ambientales (viento, lluvia, etc.), condicionantes orográficos como desniveles y accesos, con participación de numerosos intervinientes -con posibilidad de interactuar favorable y desfavorablemente entre ellos-, con ejecución de trabajos complejos y utilización de maquinaria pesada o singular y que, de manera general y obligada, precisan una exhaustiva planificación y un riguroso control de gestión y grado de cumplimiento de hitos y objetivos.
- Muchas de estas obras son de “**interés público**” cuando no caen en el ámbito del dominio público. Por esta razón, son proyectos en los que la intervención y el control de las distintas administraciones públicas se muestra en toda su extensión.

- Son proyectos en cuya ejecución se emplea una gran cantidad de **equipo y maquinaria pesada**, que por sus características es de muy alto coste, baja maniobrabilidad y requiere una conducción especializada y cuidadosa. Los siniestros asociados a este tipo de maquinaria son principalmente: colisiones con elementos de la obra o con otra maquinaria, vuelcos, atropellos y averías mecánicas.



**Retroexcavadora**

A pesar de la baja velocidad, la elevada masa que posee este tipo de maquinaria hace que, en las colisiones con los elementos de la obra o con otra maquinaria, los daños sean de mucha extensión, pudiendo producir adicionalmente hundimientos o movimientos de tierras con derrumbe de paredes o terraplenes. La misma característica produce, en caso de atropello, lesiones muy graves debidas al exceso de peso.

Su empleo o traslado por vías abiertas con tráfico rodado, junto a la poca capacidad de maniobra, puede originar colisiones con otros vehículos particulares con resultados graves.

La falta de capacitación o los descuidos del personal de mantenimiento pueden producir una deficiente colocación de recambios o daños directos, de elevado coste por el alto precio de componentes o de la propia maquina.

La conducción por terrenos pocos cohesivos puede producir atascos e incluso el vuelco con aplastamiento de personas o destrucción de bienes, además de la necesidad de maquinaria especializada para su retirada y los retrasos que conlleva.

El estado de todo el equipo de trabajo que entre en la obra deber ser comprobado por el personal competente, documentando los resultados en el archivo documental de la obra a disposición de la autoridad -constando las características, utilización y mantenimiento de los mismos-.



**Tuneladora**

- Gran parte de este tipo de obras ocupan gran **extensión superficial** (por ejemplo una carretera). Esta extensión puede tener efectos agravantes en el riesgo de siniestro:



**Construcción de una presa**

- La naturaleza del terreno puede variar enormemente de una zona a otra en diversos aspectos: tipo de suelo, cohesión, profundidad de la capa freática, etc. Por esta razón, el agente de seguros debe verificar que el estudio geotécnico tiene un contenido adecuado, tanto en número de muestras como en los análisis y pruebas de laboratorio realizadas. Las carencias del estudio geotécnico pueden conducir a situaciones no deseables como por ejemplo la falta de adecuación de las tierras extraídas para su empleo en la propia obra, que los suelos resulten no aptos para el sostenimiento de la obra, aparición de estratos rocosos que exijan voladuras controladas, inundación de excavaciones etc.

Estas circunstancias determinan siempre una pérdida económica indirecta -o incluso, eventualmente, directa- para el contratista. Al no estar incluidas en el proyecto original las operaciones técnicas para solventar el problema (aportes de material externo, operaciones de consolidación de suelos, voladuras), tales operaciones deben ser remuneradas aparte y originan indefectiblemente retrasos en la ejecución de la obra. Por otro lado, se corre el riesgo de daños directos debidos a corrimientos de tierras, inundaciones o pérdida de estabilidad que afecten a encofrados o maquinaria, con derrumbe de estructuras o vuelcos.

- Dificulta el acceso de los trabajadores tanto a los tajos desde las zonas habilitadas para el estacionamiento de vehículos, como a otras instalaciones.
  - Existe la posibilidad de penetración de personal ajeno a la obra, especialmente cuando esta representa por su extensión un obstáculo para el acceso de las personas a los medios de transporte colectivos. En tales casos las probabilidades de que se produzcan accidentes (caídas a zanjas...) se elevan y debería preverse la zonificación de la obra y, cuando sea posible, la realización de pasos públicos.
  - La extensión dificulta la vigilancia en general y particularmente la de los acopios de materiales, que tienden a situarse en las proximidades de los tajos. Esto facilita la realización de robos o de actos vandálicos. Deben preverse entonces medidas adicionales de protección de los materiales.
- Es diferente la exposición al riesgo de un proyecto ya concluido a otro en fase de ejecución. Por ejemplo, una zanja abierta para tender una tubería está mucho más expuesta a la lluvia y las inundaciones que la canalización terminada.



**Construcción de un edificio**

- La **competencia en el sector** de la construcción es cada día mayor. En la licitación, los contratistas no sólo van a competir en cuanto al precio de las ofertas, sino también en lo que respecta a los plazos de ejecución. Los materiales y la pericia en el trabajo, la calidad de la mano de obra, así como los métodos de construcción utilizados y la fecha de inicio de las obras pueden determinar el éxito o fracaso económico del contratista. Ello conlleva a disminuir todo lo posible el margen de seguridad aumentando claro está los riesgos; todos estos factores afectan igualmente a los riesgos que asume el asegurador puesto que es éste el que tiene que hacer frente a factores de índole económica.
- Inadecuada cualificación de la mano de obra.

- **La innovación** o el prototipo en los proyectos es otro factor a destacar en este tipo de proyectos, debido a las siguientes razones:
  - En muchas ocasiones, los proyectos a ejecutar son cada vez más audaces, basados en cálculos puramente teóricos.
  - La novedad de los materiales, que en ocasiones se deben utilizar, de los que se tienen poca o ninguna experiencia.
  - El progreso en los métodos y técnicas de construcción.

Es importante tener en cuenta que todo proyecto de ingeniería de envergadura posee características singulares, por lo cual viene a representar un prototipo (túneles, presas, autopistas, etc.).

- El incremento de obras de todo tipo, el valor cada vez mayor de las distintas construcciones hacen que aumente el riesgo técnico y económico producido por dicho aumento de valor.
- Como ya se había desarrollado en puntos anteriores, desde que se presenta la necesidad de una obra hasta la terminación de la misma, se suceden una serie de etapas en las que un error en una de ellas puede afectar a fases posteriores. Por ejemplo, en la fase de ejecución de un puente mediante el método de construcción en voladizos de vigas, un error de cálculo en la viga del puente -si no se han tenido en cuenta ciertas cargas- puede producir el colapso de parte de la misma.
- Además, en todas estas fases el número de intervinientes puede ser muy elevado, contratistas, subcontratistas, proyectistas que no tiene porque coincidir con la dirección de obra, etc., una mala coordinación de los mismos, una inadecuada intervención de uno de ellos, agravan el riesgo de que se produzca un siniestro.

Un ejemplo de ello, es el incendio del Pabellón de los Descubrimientos en la Expo-92 en Sevilla, a causa de trabajos de soldadura realizados por una empresa subcontratada.



**Incendio del Pabellón de los Descubrimientos. Expo -92 Sevilla**



- En una obra es frecuente que esté integrada por distintas unidades de obra, con riesgos muy diferentes entre ellas, por ejemplo, en un tramo de autopista, puede ejecutarse parte a cielo abierto, parte en túnel y parte transcurrir sobre un viaducto, y los riesgos de un túnel, un viaducto o el tramo a cielo abierto, son muy diferentes por lo que se deben analizar de forma independiente.

En consecuencia, los posibles riesgos asociados a la construcción pueden suponer pérdidas tales que sean superiores al potencial económico de la empresa constructora.



**Rotura de tubería tras inundación de una zanja.**

Una opción es constituir unas **reservas** para asumir estos riesgos, pero en ocasiones resulta muy costoso e incierto. Además la competencia cada vez más intensa del sector no permite a las empresas de construcción introducir en sus ofertas de licitación recargos suficientemente amplios para absorber todos los riesgos imprevistos.

Una opción de gran interés para la empresa constructora, para evitar la constitución de reservas para previsión y eliminar así las consecuencias derivadas de un error de cálculo en la determinación de estas reservas, es el **transferir los riesgos** mediante la contratación de una compañía aseguradora, que mediante la suscripción de una póliza de un seguro Todo Riesgo Construcción (TRC), le cubra contra los múltiples riesgos que aparecen durante el proceso constructivo,

De manera que este seguro contribuye de forma significativa a los costes de construcción, al mismo tiempo que proporciona una protección financiera a todas las partes interesadas.

Si a esto añadimos que para que un banco conceda un préstamo exige unas ciertas garantías, éstas deben materializarse en forma de un seguro apropiado. Hay una creciente exigencia de la contratación de este seguro por parte de las entidades financieras que conceden préstamos para la construcción, ya que así garantizan las sumas entregadas y la continuidad de las obras.

---

## 2. RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN

---

### 2.1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Sería imposible enumerar todos los riesgos que se pueden presentar en este tipo de obra, puesto que basta con que exista la accidentabilidad e imprevisibilidad del suceso para que éste se encuentre cubierto. Por ello, nos centraremos en los que habitualmente son objeto de cobertura aseguradora. Éstos se dividen en tres categorías:

#### Causas de los siniestros indemnizables

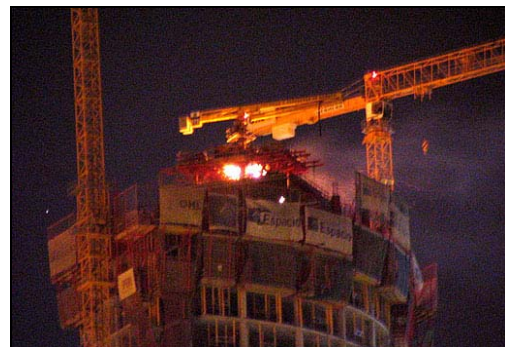
- Riesgos convencionales o normales
- Riesgos inherentes a la propia obra
- Riesgos catastróficos extraordinarios

#### 2.1.1. RIESGOS CONVENCIONALES

Los más frecuentes son:

- Incendio. Son muy diversas las causas de incendio, pero circunstancias como el almacenamiento desordenado de madera, la utilización de líquidos inflamables para la combustión de motores, el empleo de plásticos y materiales combustibles, trabajos de soldadura, estufas en almacenes, colillas mal apagadas (véase el incendio del edificio Windsor en marzo del 2005), material eléctrico, etc., proporcionan abundante carga de fuego.

Un ejemplo de ello fue el incendio durante la construcción de la denominada Torre Espacio, una de las torres de complejo CTBA (Cuatro Torres Business Area) en Madrid.



**Incendio durante la construcción de la Torre Espacio (Madrid)**



Es un tipo de siniestro relativamente frecuente, que durante algunos años encabezó las listas de siniestralidad, y suele dar lugar al pago de cuantiosas indemnizaciones.

- Caída de rayo. La electricidad atmosférica puede causar daños, especialmente en transformadores y edificaciones que superen en altura a otras próximas. Es importante tener en cuenta la inexistencia de pararrayos en las obras durante su construcción, además de que la caída de rayo en ocasiones se ve agravada por la presencia en las grúas o mástiles.
- Explosión. En las obras pueden instalarse calderas, transformadores provisionales para la red de obra, compresores u otros aparatos con riesgo de explosión. Queda cubierta la posible explosión de origen externo a la obra.
- Robo. En sus comienzos se incluía en la póliza, pero en la actualidad casi todas las aseguradoras la excluyen casi de forma absoluta. (Ver apartado de riesgos excluidos, coberturas optativas).
- Caída de aves aéreas.

### 2.1.2. RIESGOS CATASTRÓFICOS (DE FUERZA MAYOR O EXTRAORDINARIOS)

Entre los riesgos catastróficos destacan, por un lado, los que proceden de causas de la naturaleza - que pueden preverse pero sus efectos son inevitables-, y por otro, los que son totalmente imprevisibles.

Los riesgos debidos **a causas de la naturaleza** incluyen:

- Vientos, tempestades, huracanes y ciclones. Pueden causar daños serios, por lo que este hecho se debe tener en cuenta en el proyecto y hacer los cálculos según la normativa al respecto. Aunque sólo se protege a las obras terminadas, durante la construcción se está expuesto a este fenómeno.

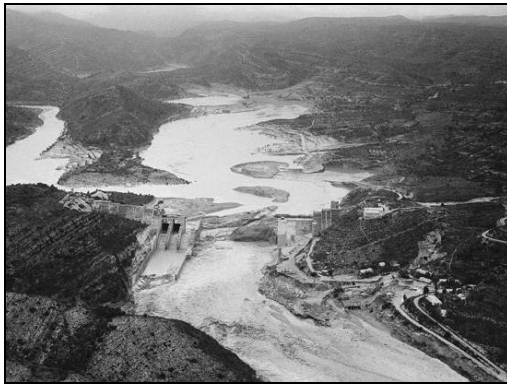
En el caso de España, estos sucesos normalmente no producen pérdidas totales. Sin embargo, el número de siniestros parciales debidos a las citadas circunstancias es considerable, siendo los de mayor frecuencia los relativos a vuelcos de grúas, arrastre de cubiertas de aluminio, caídas de tabiques aún frescos, etc.

- Inundaciones y daños por agua. Las variaciones atmosféricas hacen previsible la ocurrencia de fenómenos hidrológicos. Este hecho, unido a que la mera existencia de agua en las obras ya es un riesgo permanente para las mismas, hace que los daños por agua sean de los que con mayor frecuencia infieren en el seguro.

Las causas principales de daños por agua son:

- Insuficiente consideración en el proyecto de las condiciones hidrológicas y meteorológicas, es decir, la falta de medidas preventivas tales como: galerías de desvío, tablestacados, drenajes, ausencia de canales de derivación o bombas de achique suficientes en fosos, etc.

Por ejemplo, un periodo de retorno insuficiente en el cálculo de la Presa de Tous provocó que la presa fuera rebasada ante la aparición de una avenida descontrolada.



**Presa de Tous tras la inundación (1982)**



**Presa de Tous (2002)**

- Realización de trabajos durante periodos con peligros especiales por el riesgo de lluvia.
- Carencia de sistema de alarma o insuficiente rapidez en la comunicación de crecidas de agua.
- Ubicación de las obras, almacenes u otras instalaciones en lugares con posible amenaza por crecidas o riadas, como son por ejemplo los cauces de ríos que estuvieran secos en el momento de la ejecución de la obra.



**Daños por lluvias ocasionados en la construcción de un canal**

- Terremotos. En zonas con riesgo de sismicidad debe tenerse en cuenta este hecho desde la realización del proyecto, aplicando las normas sísmicas existentes. No obstante, al igual que ocurría para el caso del viento, sólo están protegidos los daños en obras terminadas, pero no en la fase de construcción. En el caso de España, por ejemplo, si bien no se encuentra dentro de las zonas de mayor actividad sísmica, hay zonas como Granada, Murcia y norte de Huesca con relativa peligrosidad de terremotos. En cualquier caso, el hecho de que no sea probable un gran terremoto no elimina la posibilidad de pequeños movimientos sísmicos, capaces de provocar el hundimiento de un edificio en construcción.
- Hundimientos, corrimientos de tierras y desprendimiento de rocas. En estos casos, muchas veces los problemas son debidos a la no realización de un buen estudio geotécnico o a la mala suerte, puesto que al hacer el estudio y a pesar de que los estudios geológicos y geotécnicos se realizan cada vez con más exactitud, las capas internas del terreno pueden sorprender con la existencia de bolsas de material distinto (lentejón arcillosa, rocas meteorizadas, etc.) que darán lugar a siniestros.

A esto hay que añadir que las medidas de prevención son caras, por lo que se intentan evitar con frecuencia a pesar de incrementar con ello el riesgo. Por ejemplo, en la construcción de zanjas, son muchas las ocasiones en que no son realizadas con las debidas medidas de seguridad (entibaciones, tablestacados poco profundos, etc.) por lo que suelen producirse corrimientos del terreno con el consiguiente daño propio a la obra, a la maquinaria o a edificios colindantes.

Estos derrumbamientos suelen ocurrir por la presión que ejercen las paredes del terreno en función de los distintos tipos del mismo, humedades, etc. El riesgo puede aumentar por las condiciones meteorológicas, los efectos del tráfico próximo, la existencia de construcciones contiguas o de depósitos de material y también por sobrecargas transmitidas por las grúas u otros aparatos de elevación. En otras ocasiones, los puntales no tienen apoyos de base capaces de resistir las presiones que se les transmite, dando lugar a que el terreno ceda. Todos estos aspectos se agravan en las excavaciones, donde las infiltraciones de agua existen. En estos casos, la presión hidrostática aumenta con la profundidad, produciendo una mayor inconsistencia del terreno.

Sirva como ejemplo de hundimiento del terreno el accidente ocurrido en enero de 2005 durante las obras de ampliación de la línea 5 del Metro de Barcelona, que provocó el colapso de edificios y obligó al desalojo de más de mil vecinos del barrio del Carmel y a la demolición de varios inmuebles.

La excavación del túnel estaba siendo ejecutada con el Nuevo Método Austriaco -conocido como NATM- (*New Austrian Tunnelling Method*). La excavación de las zonas laterales del túnel pudo suponer un cambio desigual de presiones que soportaba el túnel, provocando un hundimiento de tierras (circunstancia agravada por la existencia de una falla cercana a la zona donde se produjo el siniestro).



**Derrumbe de la línea de metro de El Carmel**



**Edificios afectados por el derrumbe del metro en El Carmel**

Además de los daños materiales, este hundimiento provocó el desplome de los edificios de viviendas colindantes.

Por otro lado, en lo que respecta a los **riesgos imprevisibles**, acotar el caso fortuito es una cuestión mucho más compleja y que normalmente queda a criterio de los tribunales, por lo que es un asunto de casuismo. A título meramente indicativo podemos señalar las siguientes características de este tipo de riesgo:

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

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

### 2.1.3. RIESGOS DE LA PROPIA OBRA

En este capítulo se engloban los riesgos debidos a las actividades llevadas a cabo en la ejecución de las obras.

Dentro de la infinidad de riesgos que pueden presentarse se destacan los más frecuentes:

- Defectos de mano de obra, impericia, negligencia y actos mal intencionados (dolo). Una de las características en la ejecución de obras es, como ya se ha apuntado con anterioridad, la falta en muchos casos de especialización de la mano de obra. Esta circunstancia, unida a la variedad de lugares de trabajo, es causa de que las impericias de los trabajadores produzcan gran número de accidentes. Se citan a continuación algunos de los más frecuentes:
  - Apuntalamientos incorrectos del encofrado, con hundimientos parciales del mismo.
  - Defectuosa disposición de encofrados.
  - Depósito brusco de hormigón, con hundimiento de plantas en construcción.
  - Defectuoso anclaje de las grúas, que puede provocar caídas sobre las obras.
  - Almacenamientos inadecuados que, al producir, sobrecargas no consideradas, pueden causar el colapso parcial de la estructura (por ejemplo, el hundimiento de una zanja de canalización por depositar el material muy cerca de ésta).



**Acumulación de material cercano a la zanja**

- Impericia o descuido en el manejo de las máquinas, causa de innumerables daños tanto a la propia obra como a terceros.
- Negligencias en la realización de medidas preventivas, tales como: olvidos en conectar las bombas de evacuación de agua, faltas de previsión en la elevación de cargas y otras similares.



- Errores de cálculo o diseño y empleo de materiales defectuosos o inadecuados. Estos factores normalmente originan grandes siniestros. Por ejemplo, un pilar mal dimensionado puede provocar el hundimiento total o casi total de parte de un forjado.

Ejemplo de esto puede ser el siniestro ocurrido en noviembre de 2005 durante la construcción de un viaducto en Almuñécar (Granada), donde el derrumbamiento de un encofrado deslizante causó serios daños materiales y la muerte de seis personas.

Aunque la causa está aún sin confirmar, entre las hipótesis barajadas están:

- Fatigas de materiales, debido a un defecto de fabricación o efecto de la corrosión.
- Mala calidad del material (acero turco laminado con métodos de verificación distintos).
- Fallo técnico por mala ejecución.



**Derrumbe del andamiaje metálico en las obras de la autovía del Mediterráneo en Almuñécar (Granada)**

## **2.2. RIESGOS ESPECÍFICOS DE ALGUNAS OBRAS**

Según sea el tipo de obra, los riesgos a analizar serán diferentes. Son **riesgos específicos** aquéllos que afectan a un tipo de obra determinada, y **riesgos genéricos** aquellos que afectan a todo tipo de obra (orografía, hidrología, etc.).

Dicho todo lo anterior, y procurando dar un enfoque práctico, centraremos este estudio en las características constructivas y los factores de riesgo asociados a algunas de las obras más frecuentes.

## 2.2.1. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

Previamente al análisis de los principales riesgos asociados a la construcción de puentes, se describen a continuación los principales métodos constructivos de estas obras de ingeniería:

### a) Método de cimbras

En la construcción de puentes de hormigón *in situ*, la ejecución de las piezas de hormigón (losas, vigas, pilares, etc.) requiere proporcionar a éstas la forma adecuada. Para ello, se vierte el hormigón fluido en unos moldes denominados encofrados y se espera a que en él se produzcan las reacciones químicas necesarias para que fragüe y adquiera la resistencia necesaria exigida. Estos encofrados se apoyan sobre unos armazones denominados **cimbras**, cuya función es la de transmitir el peso del hormigón aún no portante al terreno.

Todos estos elementos auxiliares se retiran cuando el hormigón haya fraguado y éste haya adquirido su propia capacidad portante.

La mayor parte de estos elementos auxiliares son de acero aunque en ocasiones siguen utilizándose de madera.

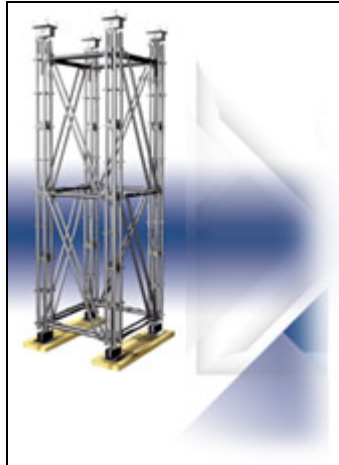
Las cimbras pueden ser de distintos tipos, según las exigencias el obstáculo a salvar y según el tipo de estructura a ejecutar: fijas, rodantes, deslizantes o en voladizo.

- **Cimbras fijas**, cimentadas al subsuelo.



**Montaje de cimbra en cruce vial. Czermiakowska, Warschau, Polonia**

- **Cimbras rodantes.** Formadas generalmente por vigas y polines que quedan apoyadas en tubos o ruedas, permitiendo así desplazarlas y colocarlas en el vano siguiente. Son muy utilizadas cuando tiene que efectuarse en una obra el colado de una serie de elementos iguales -tanto como en sección como en longitudinales-, resultando económicas tanto en estos casos como en la construcción de puentes no muy altos.



**Cimbra rodante**

- **Cimbras deslizantes.** Utilizadas para la construcción de las pilas del puente.



**Cimbra deslizante**

- **Cimbras en voladizo.** Son estructuras auxiliares formadas por apoyos de andamiaje sobre vigas transversales sujetas en los soportes del puente, con lo que le posibilitan el deslizarse de un tramo a otro. Éstas son útiles en la construcción de puentes largos y sobre terreno accidentado, donde no es posible apoyarlas en el propio terreno.





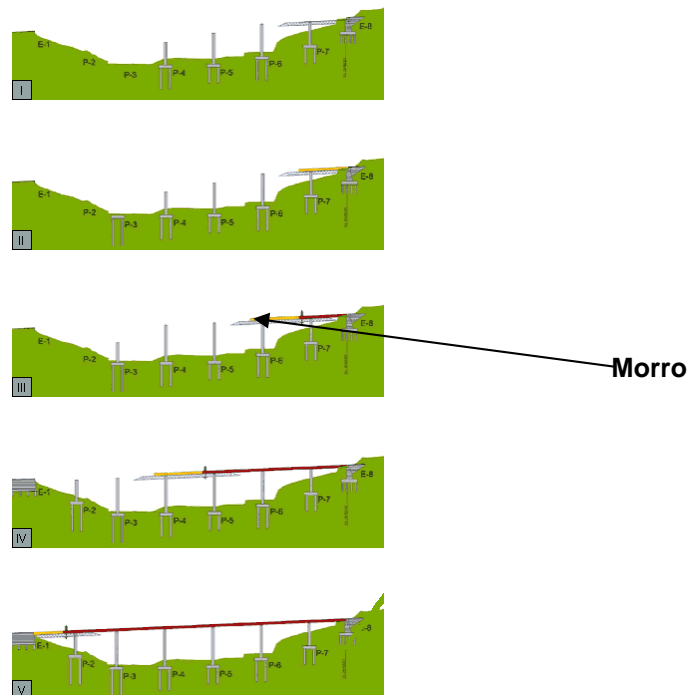
**Cimbras de viga en voladizo. Puente sobre el río Lek. Vianen, Países Bajos**

En la mayor parte de las ocasiones, la estructura de las cimbras es de importantes dimensiones y su ejecución es complicada, suponiendo a veces más de la tercera parte del presupuesto total de la obra. Por ello, debe cuidarse su diseño y cálculo, lo que implica que esta labor suele ser realizada por empresas especializadas.

### **b) Método de deslizamiento de tramos**

Este procedimiento constructivo consiste en ir construyendo la superestructura del puente en secciones de medida variable (10 a 30 m), desde un extremo del vano a salvar hasta el otro extremo.

El proceso sigue el esquema siguiente:



**Ejecución de un puente por el método de deslizamiento de tramos**

Antes de ejecutar la superestructura, se van ejecutando las pilas del puente que servirán de apoyo de las secciones a medida que se va avanzando en el proceso.

Los distintos tramos a deslizar se ejecutan *in situ*, en un encofrado fijo situado detrás del estribo del puente desde el que parte la obra. En éste se coloca el armado, se vierte el hormigón, se espera a que fragüe y endurezca y se pretensa. A continuación se realiza el desencofrado para, a continuación, deslizarlo hacia el puente mediante prensas hidráulicas sobre apoyos como el neopreno, chapa de acero cromado, etc. Acto seguido se procede a hormigonar la siguiente sección y se desliza de nuevo. En el último elemento delantero se halla montado un elemento auxiliar de acero, denominado morro, que durante el deslizamiento se apoya en el próximo pilar, disminuyendo así los momentos de voladizo que resulten del peso propio.



**Estructura deslizante. Puente de Tarango (Méjico)**

### **c) Método por voladizos sucesivos**

Esta técnica consiste en construir la superestructura a partir de las pilas o estribos, agregando tramos parciales (de media de 3 a 5 m) que se sostienen del tramo anterior. Para ello se utiliza un encofrado deslizando en voladizo.

Si se decide comenzar a ejecutar la superestructura desde un pilar, los elementos constructivos en voladizo deben ser arriostrados mediante elementos tensores verticales en el pilar de partida o apoyados provisionalmente hasta que el cuerpo de la obra tenga estabilidad suficiente.

Si, por el contrario, se comienza desde un estribo del puente, se debe arriostrar con tirantes de anclaje (según la tipología del terreno) para cuidar la cimentación del estribo y compensar las fuerzas de flexión que puedan aparecer.

Esta maniobra se realiza de manera más o menos simétrica a partir de cada pilón, de manera que se mantenga equilibrado y no esté sometido a grandes momentos capaces de provocar su vuelco.



**Construcción de puente desde estribos.**  
**Arriostramientos diagonales provisionales de sujeción (zonas amarillas)**



**Construcción de puente en voladizo desde pilares**

## RIESGOS

Entre los posibles riesgos asociados a estos métodos constructivos destacan:

- Sea cual sea el tipo de puente, una de las partes más delicadas es la **cimentación bajo agua**, por la dificultad en encontrar un terreno que resista las presiones, siendo normal el empleo de cimentaciones especiales como pilotes o cajones neumáticos. Las pilas deben soportar la carga permanente y sobrecargas sin asentamientos, y ser insensibles a la acción de los agentes naturales (viento, grandes riadas, etc.).
- El puente es una obra destinada a sustentar cargas de tipo dinámico. Es por ello que adquieren importancia fenómenos que en otro tipo de estructuras no son tan relevantes, como por ejemplo la resonancia. Las cargas móviles individualmente consideradas provocan en la estructura una vibración; cuando varias cargas móviles actúan simultáneamente, las vibraciones producidas pueden anularse unas a otras o, por el contrario, pueden acompañarse generando una supervibración que colapse la estructura. Este fenómeno era ya conocido en la antigüedad, de modo que el paso de los ejércitos a través de los puentes se hacía rompiendo la formación.
- Cuando la distancia que deben salvar los puentes es grande, el número de pilares debe ser, en principio, elevado. El problema suele ser que los puentes para grandes longitudes tienen como objeto salvar brazos de agua o ríos. Las dificultades inherentes a la ejecución de los apoyos (trabajos sumergidos, ejecución de ataguías para el vaciado del agua, etc.) hacen que su número se limite lo más posible aumentando las luces de los vanos, lo que obliga a emplear soluciones tales como puentes colgantes y atirantados con pilones de gran altura y, por lo tanto, de gran esbeltez y con tendencia a vibrar por efecto del viento.

- Las grandes luces hacen que el tablero del puente sufra el “efecto cinta”. Las sobrecargas verticales, particularmente las cargas sísmicas y los ciclos presión-succión del viento, generan una vibración que puede colapsar el tablero, por lo que se requiere su rigidización mediante configuraciones estructurales en cajón que aumenten el canto sin un incremento excesivo del peso.
- En el caso de los viaductos, su objetivo suele ser salvar gargantas de gran profundidad, lo que se consigue habitualmente mediante configuraciones en arco cuando la longitud no es excesiva y mediante la técnica del deslizamiento de tramos o voladizo para longitudes mayores. La construcción de estos puentes requiere la instalación de elementos auxiliares de soporte que son muy complejos, de gran altura, y en los que se da en toda su extensión el fenómeno del pandeo, pudiendo producirse vuelcos por los elevados momentos que se generan y arruinando la estructura en construcción.
- En la construcción de puentes, en ocasiones se traen elementos prefabricados que se elevan mediante grúas. Si la altura de trabajo es elevada y las condiciones climatológicas son adversas, las actividades a realizar con grúa trepadora son muy peligrosas. El propio montaje y desmontaje de la grúa es un trabajo muy delicado y que puede ocasionar siniestros como los derrumbes de parte la grúa.

Además de los riesgos que podríamos clasificar como generales para todo tipo de construcción de puentes, cada método de construcción presenta particularidades que se deben tener en cuenta en el análisis de riesgos:

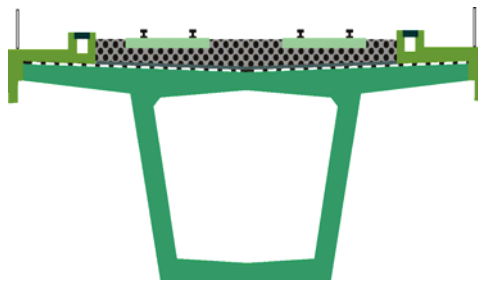
- **En la construcción de puentes con el método de cimbras.** El principal riesgo es el derivado de un mal cálculo o montaje de estas estructuras, en ocasiones muy complejas. Un mal diseño o montaje puede provocar, al verter el hormigón, dobladuras, hundimientos debido a una cimentación insuficiente, etc. En especial, se debe prestar especial atención a las uniones de las celosías que constituyen la estructura.
- **En la construcción de puentes con el método de deslizamiento de secciones.** Uno de los riesgos es el debido a la excesiva flexión soportada y posible derrumbamiento del tramo ejecutado, al tratarse de secciones en voladizo de gran longitud y peso, llegando en ocasiones necesarias hasta tramos de 60 m sin apoyo intermedio si así lo requiere el obstáculo a salvar.

También hay que tener en cuenta que, en alguna ocasión, para ir de un extremo a otro la ejecución de la superestructura no se realiza recta sino en pendiente, por lo que debe tenerse en cuenta la existencia de algún sistema de frenado que impida que el deslizamiento descontrolado de la pieza a través de los apoyos.

Como algunos elementos del puente se pueden construir *in situ*, es conveniente proteger la zona de fabricación de las inclemencias del tiempo (por ejemplo, mediante lonas de protección) de manera que la fabricación de las piezas no se vea afectada.

- **En la construcción del puente con el método de voladizos.** Al igual que ocurría en el método anterior, los elementos en voladizo están sometidos a fuerzas de flexión, siendo en muchas ocasiones las cargas soportadas superiores a las soportadas una vez terminada la obra. Por esta razón, es conveniente que el diseño de la estructura del puente tenga en cuenta también las diferentes fases de construcción. Para evitar en la medida de lo posible esta diferencia de cargas, suelen utilizarse arriostramientos provisionales.

En la construcción de puentes de acero con secciones tipo cajón, hay que cuidar los problemas de abolladura que en ocasiones han producido siniestros.



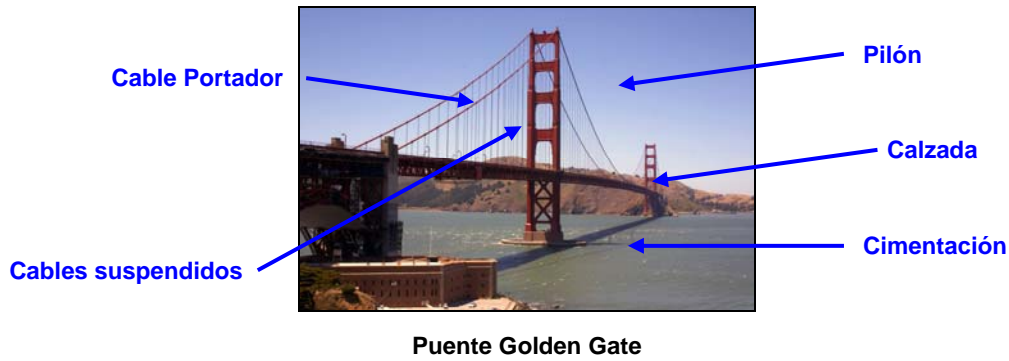
**Sección de viga tipo cajón para soporte de tablero**

- **Puentes colgantes:** La construcción de este tipo de puente es compleja e implica riesgos, por lo que la analizaremos de forma particular.

El puente colgante es una estructura que resiste gracias a su forma. Ésta se compone básicamente por los cables principales (portadores) de los que se suspende el tablero del puente mediante tirantes verticales, que se fijan en los extremos del vano a salvar, y tienen la flecha necesaria para soportar mediante un mecanismo de tracción pura, las cargas que actúan sobre él.

Se componen de:

- Pilonos o torres. Apoyos de los cables portadores.
- Cimentación. Encargada de transmitir al terreno las cargas que le llegan de los pilonos.
- Calzada (tablero). Suelen ser vigas cajón, pues tienen mayor rigidez y permiten reducir los efectos de vibración provocados por el viento.
- Cables portadores o principales. Soportan las cargas del tablero.
- Cables suspendidos. Permiten la unión de la calzada y el cable portador, y pueden ser verticales o bien presentar una leve inclinación para reducir los problemas de vibración.



La construcción es difícil e implica muchos riesgos, así que toda negligencia o falta de montaje puede originar siniestros.

Son puentes flexibles, siendo esta característica su mayor ventaja y a su vez su mayor inconveniente, pues debido a ello son muy sensibles a los efectos del viento y de la carga dinámica debida al tráfico que circula sobre él.

En ocasiones, la construcción de este tipo de puentes requiere pilones de altura muy elevada y esbelta (hasta 300 m), siendo por tanto sensibles a las vibraciones por las fuerzas del viento. Para evitar este efecto en la medida de lo posible, se deben prever arriostramientos que aumenten su rigidez.

Son puentes que transmiten mucha carga al terreno, lo que implica que muchas veces se hayan de realizar cimentaciones profundas, lo cual puede conllevar problemas en el vaciado de la cimentación y hacer necesario recurrir a cimentaciones especiales (cajones neumáticos, etc.).

En la construcción de este tipo de puente, los cables deben anclarse al final de éste, o bien en el terreno -si éste posee las características adecuadas- o bien en bloques de hormigón. Un mal anclaje de estos elementos puede provocar un siniestro y supone un riesgo que se debe tener en cuenta.



**Puente colgante. Detalle de los macizos de anclaje.**

Son muy sensibles a las fuerzas de la naturaleza.





**Puente colgante**

### **2.2.2. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PRESAS**

Una presa es una construcción que tiene por objeto contener el agua de un cauce natural con dos fines, alternativos o simultáneos, según los casos:

- Elevar su nivel para que pueda derivarse por una conducción (creación de altura) con el fin de regular su caudal.
- Formar un depósito que, al retener los excedentes, permita suministrar el líquido en los momentos de escasez (creación de embalse).

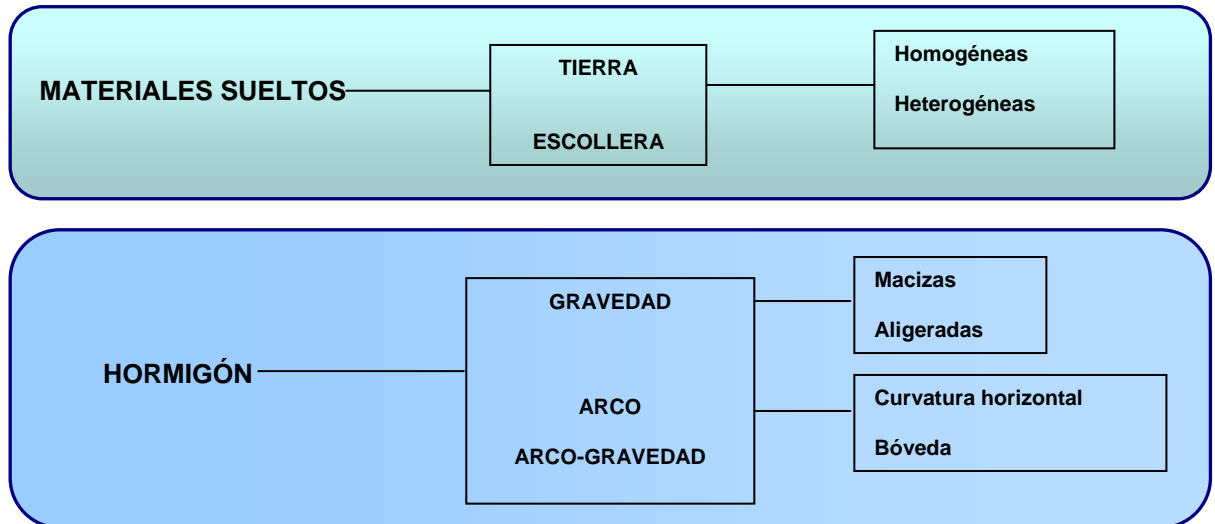
Toda presa debe cumplir una doble función: ser impermeable y ser estable ante el empuje del agua.



**Presa de Conde Guadalhorce**

## Tipos de presas

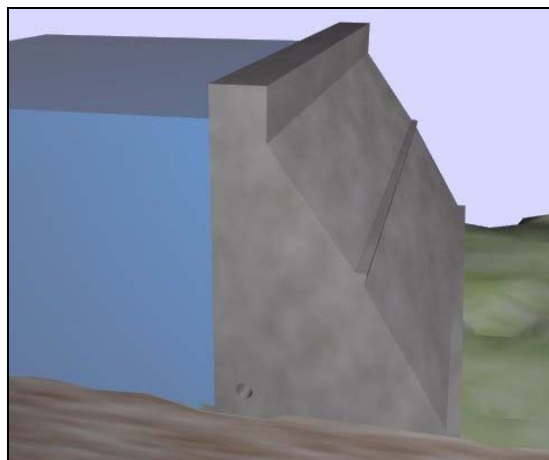
Se pueden distinguir muchos tipos de presas, pero los dos grandes grupos, atendiendo al material empleado, son: las **presas de materiales sueltos** y las **presas de hormigón**. La elección de una u otra dependerá de la topografía y de las condiciones del terreno.



a) Las **presas de hormigón** son las que se realizan fundamentalmente con hormigón, con o sin armaduras de acero.

Se distinguen tres tipos:

- Presas de gravedad. Son aquellas que esencialmente resisten por su peso propio, sin intervenir la forma arqueada.



**Esquema de presa de gravedad**



- Presas de arco. Las presas en arco transmiten el empuje (cargas verticales y horizontales) hacia su cimentación y sus estribos por el efecto “arco”. Pueden tener curvatura sólo horizontal o doble curvatura, que es lo más normal. A estas últimas se les denomina también **presas bóveda**.



**Presas bóveda**

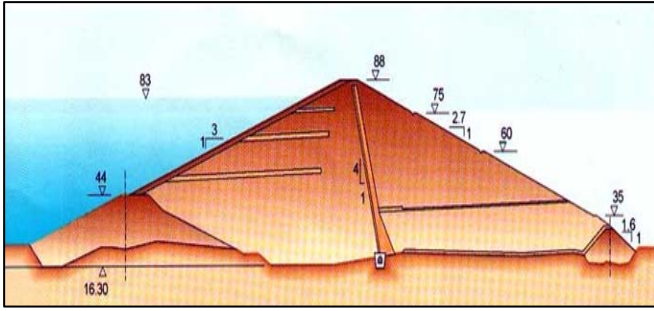
- Presas de arco-gravedad. Combinación de los dos tipos anteriores. La acción de la curvatura es insuficiente para resistir el empuje y hay que dar a la presa un cierto peso para que compense ese defecto.

b) Las **presas de materiales sueltos** están constituidas por materiales provistos por la naturaleza que no sufren ningún proceso químico de transformación, siendo tratados y colocados mediante procedimientos de compactación propios de la mecánica de suelos, actuando por gravedad. En su composición intervienen piedras, gravas, arenas, limos y arcillas, admitiendo la siguiente clasificación:

- Presas de escollera. Cuando más del 50 % del material está compuesto por piedra.
- Presas de tierra. Cuando son materiales de granulometrías más pequeñas.

Atendiendo a la zonificación:

- Homogéneas. Todo el material que componen las presas de materiales sueltos tiene las mismas características, pudiendo tratarse de materiales más o menos impermeables (arcillas o limos). Requieren pendientes muy tendidas para que los espaldones resulten estables ante las diferentes acciones que puedan presentarse.

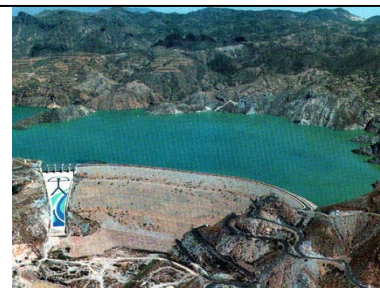
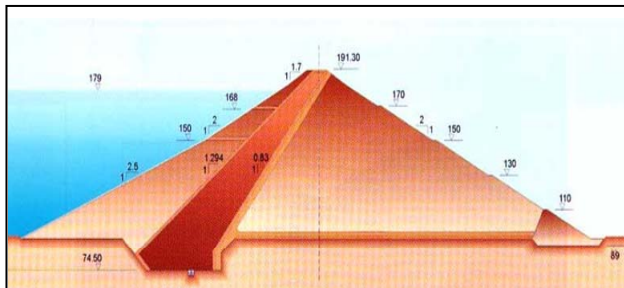


**Presa homogénea**

- **Heterogéneas.** Son las más comunes, y en su construcción se colocan diferentes materiales zonificados con núcleo impermeable (normalmente arcilla), y materiales más permeables a medida que nos alejamos del centro de la presa. Así, una parte cumple la impermeabilidad y el resto tiene las condiciones de resistencia para satisfacer la estabilidad del conjunto. Permiten taludes con más pendiente, de manera que la presa ocupa menor superficie.

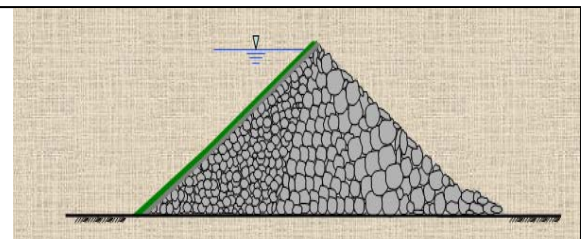
Las presas heterogéneas pueden tener dos tipologías constructivas diferentes:

- Un **núcleo impermeable** (arcilla o limo), en el interior de la presa o bien en el centro de la presa (vertical o cuasivertical) o cerca del paramento aguas arriba (inclinado).



**Presa heterogénea de núcleo central**

- Una **pantalla impermeable** cubriendo la superficie del espaldón de aguas arriba. Ésta puede conseguirse mediante pantallas de hormigón o tela asfáltica.



**Presa heterogénea de pantalla impermeable**

## **Método constructivo**

En la construcción de una presa se distinguen las siguientes actividades:

### 1. Desvío del río

Para construir la parte de la presa que está en el cauce es preciso desviar el río para trabajar en seco. Hay dos formas de dejar en seco la zona de obra:

- Desviando el río totalmente por un cauce artificial. Consiste en la ejecución de un cauce artificial, para lo cual hay que hacer una presa provisional, denominada **ataguía** (o azud) que produzca el remanso suficiente para que el agua entre por el nuevo cauce, que es una conducción (canal abierto o tubería) que transporta el agua desviada hasta un punto aguas abajo de la obra. Además, la ataguía contendrá las aguas que no quepan por la conducción.



**Túnel de desvío de la Presa de Ralco (Chile)**



**Ataguía de piedra de la Presa de las Tres Gargantas (China)**

- Dejando en seco sólo una parte del cauce y concentrando el paso de la corriente por el resto, ejecutando así de forma sucesiva la obra.

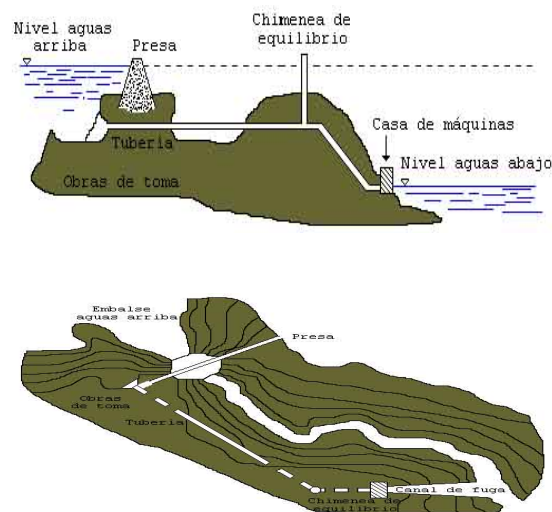
## 2. Obras auxiliares

Para la construcción de presas es necesario transportar grandes cantidades de material de construcción, en muchos casos a través de terrenos muy irregulares o montañosos. Por ello, resulta necesario construir carreteras y puentes de acceso provisionales, así como en algunas ocasiones túneles, o incluso realizar trabajos de rellenos de pendientes, etc.

Además, dependiendo de la función que debe cumplir la presa, deben construirse también diferentes vías para la circulación del agua -en su mayoría subterráneas-, incluso las respectivas estructuras de entrada y salida de agua.

Estas obras incluyen:

- Torres de toma de agua y túneles de abastecimiento para los proyectos de abastecimiento de agua.
- Galerías aguas arriba y aguas abajo.
- Tuberías forzadas.
- Chimeneas de equilibrio.
- Galerías para la sala de turbinas y para los transformadores de centrales hidroeléctricas.



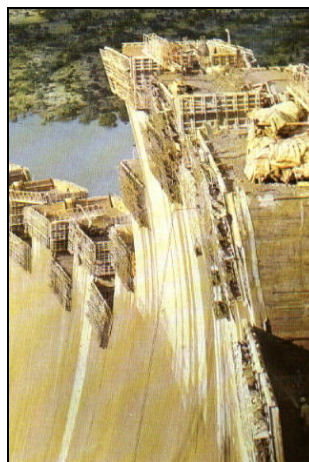


### 3. Construcción de la presa propiamente dicha

El método constructivo es diferente en función del tipo de presa:

- Presas de hormigón. Los métodos constructivos empleados son básicamente dos:

a) **Método convencional**. Se ejecutan secciones individuales en forma de bloques, y se hormigonan formando “castilletes”, cuyo tamaño está en función de las consideraciones relativas a la construcción y del calor de fraguado que se debe esperar. En este caso, los factores decisivos son: la temperatura del hormigón durante la puesta en obra, el porcentaje de cemento, el sistema de refrigeración del hormigón y las condiciones climáticas en el sitio de las obras, al poder afectar a la temperatura de fraguado y de refrigeración.



**Construcción mediante bloques**

En la ejecución deben realizarse interrupciones, por lo que se forman las denominadas **juntas de construcción**, que son prácticamente horizontales. Además de ellas están las denominadas **juntas funcionales**, ejecutadas para evitar la producción de grietas (con posibles fugas y disminución de la resistencia) en los procesos de retracción y dilatación del hormigón. Estas juntas se crean en la presa según planos ortogonales a su eje longitudinal, y hacen que la obra quede dividida en bloques con cierta independencia entre sí. Una vez terminada la presa, cuando actúa el peso propio, y antes de llenar el embalse, se inyecta suspensión de cemento en las grietas existentes entre los bloques para conseguir así la estructura monolítica.

b) **Método de hormigón compactado con rodillo vibrante (RCC o “Rollcrete”)**. En esta forma de construcción el hormigón se transporta hasta la superficie de la presa mediante camiones o bandas de transporte. A continuación, se distribuye allí con bulldozer y se compacta con rodillos vibratorios. El grosor de un manto de hormigón es de entre 30 y 50 cm. Para asegurar la estanqueidad a ambos lados de la presa (paramentos), éstos se construyen de hormigón según el método convencional. Adicionalmente se coloca mortero de cemento entre los mantos horizontales de hormigón compactado con rodillos.

Con este método se consigue ahorrar cemento y que el calor de fraguado sea menor - evitando así las juntas funcionales- y por tanto es más económico que el anterior.



**Ejecución de la presa de Ralco (Chile)**

- Presa de materiales sueltos:

a) **De núcleo interior.** Las presas de materiales sueltos se ejecutan colocando mantos de 30 a 50 cm de espesor, formados por materiales de relleno de diferentes granulometrías, escogidos, tratados previamente -en caso de ser necesario- y compactados, importante operación para evitar asentos y obtener la máxima resistencia. Dado que el grado de densidad óptimo depende del contenido de agua del material, los trabajos de compactación deben interrumpirse durante la lluvia. En casos de precipitaciones fuertes, puede incluso resultar necesario, en casos aislados, volver a retirar el material ya colocado y compactado antes de poder colocar el siguiente manto.

**b) Pantalla impermeable**

- De hormigón. El elemento impermeable es una placa de hormigón en la superficie de la presa en contacto con el agua del embalse. La pantalla está constituida por placas en forma de cuadrilátero o triángulo, cuyas uniones se realizan con juntas impermeables (mediante chapas onduladas de cobre o algún producto bituminoso), y que permitan el movimiento independiente de cada placa.

Al pie de la presa, en el lado de aguas arriba, la placa está unida con un muro de arroyamiento de hormigón que constituye la transición entre el subsuelo de la roca y la placa de hormigón impermeable.

El defecto fundamental de la pantalla de hormigón es la gran diferencia de deformabilidad entre ella y el material del dique, lo cual ocasiona que sea muy sensible a los posibles asentamientos de la presa, pudiendo quedar el muro sin apoyo. Por esta razón, las presas son armadas en dos direcciones.

- Asfáltica: La pantalla impermeabilizante es una capa bituminosa que se coloca en la superficie del lado de aguas arriba de la obra.

La ventaja de este material reside en que, además de ser impermeable, es flexible, por lo que se adapta muy bien a los asentamientos de la presa. A esto hay que añadir que las posibles grietas que puedan aparecer se reparan fácil y rápidamente, cerrándose por sí solas gracias a la plasticidad del material.



**Ejecución de la capa asfáltica en la Presa de Ralco**

El método de construcción es similar al de las presas de escollera con superficie de hormigón, con la diferencia de que se empieza con la capa de asfalto una vez que el cuerpo de la presa alcanza su altura definitiva. La pantalla suele hacerse en varias capas, con un espesor de 30 a 50 cm, y ha de apoyarse en una superficie plana de hormigón poroso o asfáltico. El apisonado se hace con rodillos movidos desde la coronación.

## **RIESGOS**

- Tanto el proyecto como la construcción de una presa presentan problemas especiales que requieren gran conocimiento de varias ciencias y técnicas: Geología, Hidráulica, cimientos, propiedades y tratamiento de materiales, etc., por lo cual requiere -quizá más que ninguna otra obra- la colaboración de varios especialistas y un trabajo de equipo.

En conclusión, la planificación y el proyecto son especialmente relevantes para la presa, para las obras correspondientes y para el sistema de desviación del río.



➤ Desvío del río. En el diseño y determinación de las dimensiones de los elementos de desvío, el problema fundamental es el caudal tope que ha de ser desviado. La determinación de dicho caudal ha de realizarse sobre el siguiente dilema:

- Si nos quedamos cortos, las avenidas superiores a la capacidad del desvío verterán por la obra de derivación y pasarán por el antiguo cauce natural, inundando la obra que se está ejecutando.
- Si, para evitar esto, hacemos un desvío muy amplio, el coste puede ser excesivo.

Generalmente, la capacidad de desagüe de los túneles de desviación se orienta por un evento de crecida con un periodo de retorno de 30 a 50 años, para con ello evitar la inundación durante la construcción.

Por tanto, en esta fase de la construcción de una presa los dos riesgos principales son, por un lado, las posibles inundaciones de la obra debidas a crecidas del caudal por lluvias (son muy sensibles a los riesgos de la naturaleza) al no ser contenidos dichos caudales por los elementos de desvío; y por otro, los riesgos derivados de las explosiones necesarias para derribar las ataguías construidas de forma provisional.



**Dos momentos de la demolición (con explosivos) de una de las ataguías en la presa de las Tres Gargantas (China)**

➤ Obras auxiliares. Debido al carácter provisional de las carreteras de acceso, a éstas no se les aplica ninguna capa de recubrimiento, lo que significa que están expuestas a la lluvia y a eventuales inundaciones.

En general, las obras provisionales (carreteras, puentes, rellenos, etc.) están muy afectadas tanto por lo posibles movimientos de tierras que se pueden producir -por ejemplo por fuertes precipitaciones- como por los riesgos de la naturaleza (terremotos, etc.).

➤ Los almacenes de material y la maquinaria de construcción están altamente expuestos a los corrimientos de tierras si se encuentran en las proximidades de pendientes susceptibles a este peligro.

- Presas de materiales sueltos. Este tipo de presas no soportan ser sobrepasadas por una crecida, tanto en la fase de construcción como en la de explotación, ya que se podría reducir la poca cohesión que tienen entre sí los materiales que las componen y producirse un derrumbe de parte del muro, así como zonas de filtración. De ahí la importancia de realizar un buen estudio de las precipitaciones históricas del río en la fase de realización del proyecto.

La junta al pie de obra es uno de los elementos más importantes en la ejecución de este tipo de presas con pantalla de hormigón, siendo su correcta formación indispensable para la estanqueidad de la presa.

En ellas es posible la erosión interna en las zonas de unión entre el material impermeable del núcleo de la presa y las estructuras de hormigón integradas (desagüe de fondo, etc.). Para evitar este fenómeno, debe planificarse y ejecutarse con especial cuidado.

- Presas bóveda. Son muy esbeltas y pueden adoptar formas muy audaces y complejas, lo que les permite ser muy altas y de poco espesor. Esta complejidad implica una gran habilidad y experiencia de sus constructores, que deben recurrir a sistemas constructivos poco comunes y a la utilización de maquinaria de construcción costosa. Por ello, cualquier error tanto en la planificación como en el proyecto puede suponer futuros siniestros.

Generalmente, debido a las grandes cargas transmitidas al terreno por el efecto “arco”, se debe recurrir a extensos trabajos de cimentación.

El hormigón puede alterarse por presencia de agentes meteorológicos o ambientales, aumentando su resistencia de forma proporcional a su espesor. Si se aumenta el espesor, para economizar gastos, puede llevar a ser menos exigentes con la calidad del material.

La presa bóveda debe ser monolítica, por lo que se requiere que para este tipo de presa la cerrada (terreno en el que se ubica la presa propiamente dicha) sea resistente y poco deformable, recurriendo si es necesario a técnicas de mejora del terreno (inyecciones, etc.).

- Aunque los daños por incendio no son uno de los principales peligros en estos proyectos, los almacenes de materiales, los talleres y la maquinaria de construcción deben disponer de los equipos de extinción de incendios correspondientes.
- En cuanto al vaso (terreno que actúa de cuenco receptor del agua) y a la cerrada, se les exige ser impermeables, por lo que es necesario evitar en la medida de lo posible las fugas. Por ello, es imprescindible realizar un buen estudio del suelo para conocer sus características y comportamiento mecánico. Por ejemplo, las calizas que pueden tener cavernas sería un mal terreno, mientras que una marga o un granito -siempre que no esté diaclasado- presenta un buen comportamiento.

## 2.2.3. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

### Fases de la construcción

La construcción de un edificio consta de varias fases:

#### 1. Obra principal

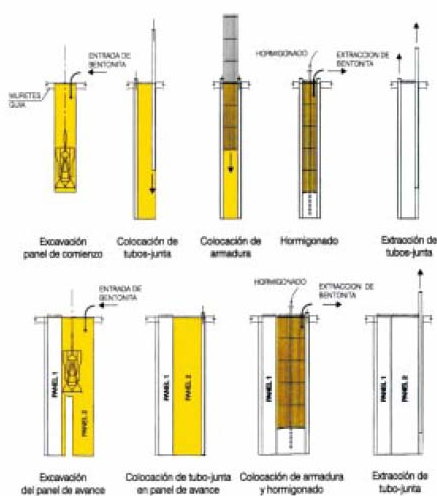
Entendiendo como tal el conjunto de elementos diseñados y ejecutados para garantizar la estabilidad del edificio:

- **Cimentación.** Parte de la estructura cuya función es transmitir al suelo la cargas producidas por la edificación.

Los edificios, y más en el caso de los de gran altura, transmiten al terreno importantes cargas. Para evitar que se produzcan asentamientos irregulares, estas cargas deben ser absorbidas por el terreno mediante la cimentación, la cual debe apoyarse en terreno de alta resistencia (roca o similar).

Por tanto, en función de las cargas a transmitir y dependiendo de las características y comportamiento (capacidad portante) del terreno, se distinguen distintos tipos de cimentación:

TIPOS DE CIMENTACIÓN	
SUPERFICIAL	Zapatas
	Losas
SEMIPROFUNDA	Cajón flotante
PROFUNDA	Pilotes
	Muros pantalla



**Ejecución de muro pantalla**

- **Estructura.** Conjunto de elementos resistentes que confieren la estabilidad del edificio:

- Pilares.
- Vigas
- Forjados
- Muros de carga
- Estructura de la cubierta.

## 2. Obra secundaria

Entendiendo como tal los acabados generales:

- Cerramientos. Es usual en este tipo de edificios los muros cortina, que suelen estar compuestos por una estructura de aluminio -elegido por su peso ligero- sobre los que se montan cristales.
- Revestimientos
- Tabiquería
- Solados
- Alicatados
- Techos, etc.



**Torres Petronas (Kuala Lumpur)**

## 3. Instalaciones

Las instalaciones principales de las que dispone un edificio son:

- Fontanería
- Saneamiento
- Agua caliente
- Climatización
- Calefacción
- Gas
- Electricidad
- Comunicación (telefonía, ADSL, etc.).

## **RIESGOS**

- **Robo.** Este riesgo adquiere importancia, debido a que elementos como los sanitarios o los tubos de cobre están muy solicitados. Este riesgo supone cada día mayores pérdidas económicas.
  
- **Caída de rayo.** Se debe prestar atención a transformadores, cuando el edificio supera en altura a los colindantes, grúas, mástiles, puesto que durante al fase de construcción no se dispone de pararrayos.
  
- **Incendio.** Es uno de los principales riesgos en la edificación, tanto en la fase de construcción como en la posterior fase de utilización. Adquiere mayor importancia aún cuando se trata de un edificio de gran altura. Los costes que suponen los siniestros debidos a un incendio suelen ser elevados. Además, en el caso de edificios de gran altura este hecho se agrava por la dificultad que conlleva llegar a pisos a partir de una cierta altura. Por todo ello hay que tenerlos muy presentes.



**Torre Windsor (Madrid) tras el incendio**

Entre los materiales inflamables en la construcción de una obra destacan los siguientes:

- Equipos auxiliares de construcción (andamios, encofrados, etc.)
- Máquinas de construcción (retroexcavadoras, etc.)
- Materiales de construcción (maderas, plásticos, revestimientos, pinturas, etc.)
- Embalajes (papel, cartón, etc.)
- Almacenes provisionales
- Lubricantes (grasas, combustibles, detergente de limpieza, etc.)
- Vegetación
- Equipos y muebles ya instalados

Entre las múltiples causas que pueden provocar un incendio, destacan:

- Sistema de seguridad deficiente (ausencia de responsable, suplente, etc.).
- Negligencia: Tirar colillas sin apagar, uso inapropiado de la calefacción en el interior del edificio, etc.
- Trabajos en caliente sin permiso.
- Acumulación de residuos (papel, etc.).
- Conexiones eléctricas deficientes.
- Almacenamiento de material en el interior del edificio (embalaje, madera, elementos inflamables) por todas las plantas.
- Reducción de instalaciones de seguridad por falta de tiempo y ahorro de costes.
- Efecto chimenea del núcleo central (muro central de hormigón que presentan muchos edificios de gran altura, que estructuralmente permite absorber los esfuerzos horizontales del viento, y además se utiliza para ubicación de las instalaciones), así como en patinillos y huecos en general.
- Falta de preparación del personal.
- Ambiente climatológico (viento, etc.).
- Desconocimiento del sitio para los bomberos.

En consecuencia, resulta imprescindible -sobre todo en edificios de gran altura- la adopción de protecciones preventivas contra incendios desde un principio, así como la existencia de responsables de seguridad en la obra e instruir a todo el personal sobre las medidas básicas de extinción mediante curso de formación.

Medidas preventivas durante la construcción son:

- Existencia de responsables de seguridad en la obra.
- Instruir a todo el personal sobre las medidas básicas de extinción mediante curso de formación.
- Información a cuerpos de bomberos y visitas periódicas.
- Planes de emergencia.
- Orden y limpieza.
- Retirada periódica de residuos y de materiales acumulados, limitando su cantidad y estableciendo medidas de seguridad tales como: distancias entre materiales, muros cortafuegos, etc.
- Mantenimiento.
- Extintores portátiles en cantidades suficientes.
- Aprovisionamiento de agua de extinción (tuberías, columna seca, depósitos provisionales, etc.).
- Eliminación diaria de los productos inflamables del interior de las plantas en construcción.

- Si se realizan trabajos de soldadura o similares, se deben tomar medidas de precaución, disponer de permiso en caliente, contar con una persona con formación en extinción de incendios en el momento que se realice la operación, así como la posterior supervisión.
  - Vallar el recinto para evitar su propagación.
- Error de diseño/materiales defectuosos. Estos se deben fundamentalmente a una mala planificación del proyecto, uso incorrecto de programas de cálculo informáticos, errores en la elección de materiales o en la ejecución, al emplearse en el proyecto nuevos sistemas constructivos y no estar el constructor familiarizado con tales sistemas, o bien por falta de detalles constructivos, etc., que puede provocar que no se ejecute con precisión.
- Errores en la cimentación. Es importante un buen estudio geotécnico donde se estudien las características y comportamiento del terreno (capacidad portante, posibilidad de asientos, etc.).

Hay terrenos en los que asentar el edificio puede suponer mayores riesgos, entre otros:

- Terrenos blandos o de rellenos. El principal riesgo es que se produzcan importantes asientos diferenciales no controlados.
- Terrenos expansivos con suelos arcillosos. Pueden estar mezclados con arenas o limos y presentan la propiedad de experimentar grandes variaciones de volumen al disminuir o aumentar su grado de humedad. El problema se deriva de que las deformaciones no son homogéneas ni proporcionales al grado de humedad, y pueden ejercer una gran presión sobre el edificio -generalmente en forma de movimientos ascensionales-, pudiendo llegar a levantarlo o producir asientos en caso de una disminución de la humedad. Son especialmente peligrosos en climas cálidos, donde sufren expansiones y retracciones cíclicas de tipo estacional.
- Terrenos kársticos. La karstificación es un proceso que se produce en las rocas compuestas de sal, yeso (sulfato de calcio hidratado) y carbonatos de calcio y de magnesio (calizas y dolomías) en donde el agua reacciona con estos minerales y los disuelve, guardando las proporciones debidas al tiempo, provocando un importante proceso de alteración a través de las fracturas y diaclasas en las rocas carbonatadas que contribuye al modelado de los macizos, provocando formación de cavidades, inestabilidades de taludes, dolinas, etc. Todo ello puede llevar, bien durante la fase de construcción o bien en la fase de explotación, al derrumbe total o parcial del edificio.





Además de en los terrenos, durante la **cimentación** se pueden producir errores en la ejecución que pueden ocasionar daños. Entre otros, destacan los siguientes:

#### Muros pantalla:

- En la realización de pantallas continuas pueden producirse incidentes debidos a un fallo en la correcta introducción de las jaulas-armadura en el profundo agujero hasta la profundidad prevista, debido a que éstas se queden trabadas en las paredes o la tubería integrada.
- Cortes de hormigonado en pilotes o pantallas que producen asientos diferenciales independientes de la estructura.



**Cuchara bivalva utilizada en la ejecución de un muro pantalla**

#### Pilotes:

- Si la elección del pilote no es la adecuada y éste no se adapta al terreno, se pueden producir fallos que se detectan bien durante la ejecución o bien una vez oculta la cimentación.
- Insuficiente longitud de pilotes, debido a que al realizarse los sondeos se pueden producir falsos rechazos en estratos duros pero con insuficiente potencia, no presentando la superficie capacidad portante para soportar las cargas o produciendo asientos.



### **Introducción de la armadura de un pilote**

- En la ejecución de los pilotes pueden producirse incidentes motivados por el fallo en los trabajos de izamiento de los tubos al final de la construcción (a menudo se vuelve a arrancar una parte de la armadura que se acaba de introducir). La consecuencia es una disminución de la capacidad portante del pilote, llegando incluso a tener que ser sustituido.
- Si el nivel freático es elevado y el pilote es hincado sin tubo, puede producirse un lavado del hormigón antes de que endurezca lo suficiente.
- También es posible que no se alcance la capacidad resistente prevista cuando se producen desviaciones en el eje vertical, debido a obstáculos o la mala ejecución en las perforaciones -que exceden las tolerancias de medidas admitidas-, lo que suele producirse para pilotes largos.

Como medida preventiva es conveniente comprobar la resistencia de los pilotes o muros mediante métodos como el de ultrasonido, etc.

- Para la excavación de sótanos, el edificio se estabiliza mediante muros de contención con sistemas provisionales para absorción de empujes. Al eliminar dichos sistemas provisionales a veces se olvidan los esfuerzos horizontales que éstos producen, aspecto importante en el caso de juntas de dilatación paralelas, etc.

La reparación de estos fallos suele ser costosa, superando en gran medida los costes de cimentación iniciales al tener que adoptarse medidas adicionales (sustitución de pilotes, inyecciones, etc.).

### Asientos:

Al ejecutar la obra no puede evitarse que se produzcan asientos. Sin embargo, el problema no son estos asientos en sí -pues suelen estar bajo control para que en el caso de que se excedan los límites admisibles se recurra a las medidas constructivas que los subsanen (juntas de dilatación, etc.)-, sino los asientos ocasionados por una mala ejecución (fuertes lluvias que producen corrimientos de tierras, mal estudio de la capacidad portante, errores de diseño etc.) que son las que pueden poner en peligro la estabilidad de la edificación.

La reparación de estos asientos suele ser muy costosa, teniéndose que recurrir en muchas ocasiones al derribo del edificio.



**Asientos en el terreno**

### ➤ Errores durante la ejecución de la estructura

#### • **Estructuras de hormigón:**

- Incorrecta disposición y anclaje de armaduras, sobre todo en uniones forjado-viga.
- Deficiencias en encofrados.
- Inadecuada puesta en obra de hormigones, por excesiva espera de hormigones preparados, densificación de armaduras, elevada relación agua-cemento...
- Fisuras de retracción en muros por falta de juntas, etc.



**Encofrado de una estructura de hormigón**

- **Estructuras de acero:**
  - Problemas de pandeo.
  - Abolladura.
  - Estabilidad durante el montaje.
  - Adecuada ejecución de las soldaduras y tolerancias de medidas que puedan producir colapsos estructurales.

➤ Terremotos. El comportamiento del edificio frente a un terremoto depende de factores como:

- La **simetría**. Un edificio simétrico (en cuanto a rigidez de materiales, distribuciones de huecos, etc.) se comporta mejor que uno asimétrico.
- El **tipo de estructura**. Estructuras rígidas (muros, etc.) hacen frente a las solicitaciones debidas a un sismo por medio de su alta resistencia a la deformación y transmisión de carga sísmica a través de su rigidez. La desventaja es que no presentan movilidad ni ductibilidad, dando lugar a grietas. Las estructuras de acero hacen frente a las solicitaciones soportando grandes deformaciones, por lo que las uniones también las soportan.

En general el comportamiento de las estructuras de acero es mejor que las de hormigón, puesto que no se desploman rápidamente ante un exceso de esfuerzos. Además, sus condiciones pueden ser mejoradas por medio de un refuerzo de la armadura. Al producirse un exceso de esfuerzos suele fallar el hormigón, con el riesgo de un posible derrumbamiento total.

- El **tipo de cimentación**. Cimentaciones profundas (pilotes, etc.) presentan mejor comportamiento que las superficiales (zapatas, losas, etc.). Aunque en terrenos blandos las losas pueden tener un buen comportamiento en cuanto al sismo, el riesgo de asientos es mayor que en el caso de cimentaciones como pilotes.
- El **tipo de suelo**. Un terreno de roca sana responde mejor a los efectos de un terremoto que en el caso de ser un suelo arenoso y saturado de agua o rellenos artificiales.
- Una **mala ejecución, mala calidad de materiales, etc.** también se manifiestan en caso de terremoto.

- Vientos. El viento es un aspecto que debe tenerse en cuenta en la construcción de edificios, adquiriendo especial importancia en el caso de edificios de gran altura.

Factores como la ubicación, forma (las fuerzas del viento se distribuirán de forma más irregular cuanto más irregular sea el edificio), aberturas en la parte inferior de la edificación o la existencia de edificios colindantes, influyen en la acción del viento sobre el edificio, acelerando la velocidad del viento, o suscitando turbulencias que producen un aumento de la presión eólica sobre éste, pudiendo ocasionar daños a los elementos estructurales y sus conexiones.

El viento puede producir el levantamiento de elementos más ligeros, y este fenómeno adquiere mayor importancia durante la fase de construcción.

La normativa de diseño de edificios frente a las cargas ejercidas por el viento varía dependiendo de la región. Esta normativa considera las fuerzas del viento como cargas estáticas. Sin embargo, en estructuras muy altas también están implicados los efectos dinámicos producidos por las oscilaciones en cuanto a dirección y fuerza que presenta el viento (ráfagas, vibraciones, efectos de vórtice, etc.). Estos efectos generan solicitaciones de gran magnitud.

Otro posible efecto que se debe considerar en edificios de cierta altura es el fenómeno de la resonancia (cuando la frecuencia del viento coincide con la frecuencia natural del edificio), ante el cual el edificio responde con vibraciones que pueden llegar a producir desde situaciones incómodas para el usuario -que pueden hacer que desaloje el edificio- hasta el derrumbamiento de la estructura.

➤ Otros riesgos:

- Terrorismo.
- Impacto desde el aire.
- Derribo. Éste precisa personal especializado. Al ser un proceso complejo requiere alta tecnología, así como un estudio pormenorizado de qué sistema emplear, una buena planificación y el estudio de edificios colindantes por las posibles afecciones que el derrumbe podría producir en ellas.



**Derribo de una planta de un edificio**

- Pérdida de beneficio. En muchos casos, el propietario del edificio quiere destinarlo a uso para oficinas, por lo que de antemano tiene pactado su alquiler. Un retraso en la terminación de las obras puede suponer un perjuicio económico por pérdida de beneficios, a los cuales el propietario en ocasiones no podrá hacer frente.



## 2.2.4. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS

### Fases de construcción

Las fases que componen este tipo de obra son:

1. Instalación y acopio de materiales.



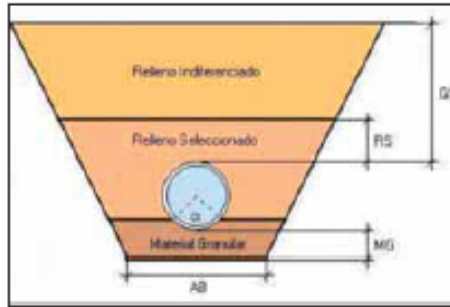
2. Replanteo.

3. Movimiento de tierras. El trazado de las obras de conducción trata de adaptarse a la topografía del terreno natural, por lo que debe modificarse el perfil natural del suelo, siendo necesario en algunos casos rebajar las cotas cuando la cota de la conducción sea inferior al terreno original -lo que se denomina **desmontes**-, y, en otros casos elevarlas cuando la cota de la conducción sea superior a la del terreno original -lo que se denomina **terraplenes** o **rellenos**-. En todos los casos debe efectuarse lo que constituye propiamente un **movimiento de tierras**.

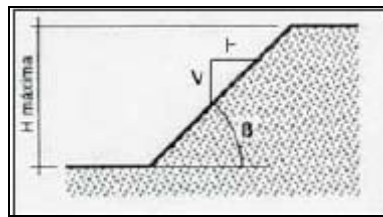


4. Excavación de zanja. Esta fase consiste en la excavación longitudinal cuya función primordial es la de contener canalizaciones de servicios y suministros. Debe calcularse y excavar la zanja de forma que asegure una correcta y fiable instalación de las canalizaciones.





En los márgenes de la excavación se originan los correspondientes **taludes**, los cuales se definen mediante su inclinación, valor generalmente expresado bien mediante la denominación H:V -indicando que por cada H metros en horizontal se eleva V metros en vertical- o bien en tanto por ciento -X% indica que por cada 100 metros en horizontal se elevan X metros en vertical-. La inclinación máxima de los taludes se calculará en función del tipo de terreno que atraviesa en cada momento (es decir, del ángulo de rozamiento interno del terreno). Así, terrenos rocosos permiten taludes más verticales (1:2 ó 1:3 -por cada metro horizontal se eleva 2 ó 3 metros-). Sin embargo, en terrenos compactos o fácilmente erosionables las pendientes de los taludes deben ser más tendidas (1:1 ó 2:1).



**Talud: H:V. Inclinación del talud**

Se considera peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural  $\beta$ , dato que se puede obtener del estudio geotécnico que acompaña al proyecto.

5. Fondo de zanja. Se excavará hasta la línea de rasante -sobre la que se apoya la conducción- siempre que el terreno sea uniforme (no queden al descubierto piedras, etc.), estable y tenga suficiente capacidad portante. En caso contrario, se deberá excavar por debajo de la rasante sobre la que se apoya la tubería para efectuar un relleno posterior (con arena suelta, grava, piedra machacada, etc.) compactado y regularización de la superficie.

6. Instalación de conductos:

- Transporte, manipulación y almacenamiento.
- Tendido de tubos.
- Unión de tubos.
- Anclajes y apoyos.
- Drenajes. Durante la instalación puede producirse estancamiento de agua o recorrido de venas de agua por el fondo de la zanja, lo que puede ocasionar desprendimiento del fondo de la zanja o la flotación de la conducción. Para evitar estas situaciones de riesgo se debe prever, en el caso de que la cota del nivel freático esté por encima del fondo de la zanja, la eliminación de agua por medio de drenes que permitan evacuar el agua hasta que el tubo haya sido instalado y rellenado la zanja hasta la altura suficiente.



**Transporte de tubos. Juntas de unión**

7. Relleno de zanja y compactación. Se debe rellenar la zanja una vez instalada la tubería compactando el terreno para evitar los asentos.



## 8. Reposición de firmes.



## **RIESGOS**

### **Riesgos durante la construcción**

- Desprendimiento, corrimientos de tierras en los taludes y asentamientos de tierras debidos, entre otras causas, a:
  - Deslizamiento de taludes debido a fenómenos atmosféricos o a una mala determinación del talud necesario.
  - Meteorización del terreno. Los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, sequedad, hielo o deshielo, dando lugar a hundimientos.
  - Falta de protección del talud. Por ejemplo, los derivados de fallos de funcionamiento de alguno de los elementos que componen la entibación, dimensionada para unas ciertas cargas máximas previsibles. Los materiales que hayan de acopiarse, los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, las máquinas, camiones utilizados, etc., pueden presentar un problema de sobrecarga que puede dar lugar al mal funcionamiento de la entibación.
  - La existencia de tráfico rodado puede transmitir vibraciones, dando lugar a desprendimientos de tierras en los taludes.
  - Longitud y tiempo de frente abierto. Las zanjas abiertas están muy expuestas a los riesgos de la naturaleza. A mayor longitud más se agrava el riesgo al someter una mayor extensión de zanja abierta y durante un mayor tiempo a las inclemencias del tiempo.
  - Falta de capacidad portante y estabilidad del fondo de la zanja al no tomarse las precauciones necesarias.
  - La compactación de los materiales de relleno se realiza por tongadas (capas de pequeño espesor). Una deficiente compactación puede provocar hundimientos del terreno derivadas de un mal apoyo.

- Riesgo de lavados de finos (migración de finos). En terrenos con nivel freático alto, en condiciones saturadas, los finos del relleno o del fondo de la excavación pueden migrar al suelo vecino del fondo de las zanjas o paredes y viceversa. Cualquier migración o movimiento de las partículas de una zona a otra puede originar asentamiento del terreno y pérdida de apoyo necesario o del soporte lateral del tubo, o ambos.
- Riesgo de erosión de laderas por falta de las medidas protectoras necesarias (redes, muros, etc.).
- Riesgo de daños a las tuberías por golpes (abolladuras, fisuras, roturas, etc., debiendo ponerse especial cuidado en los bordes de las tuberías) y deformaciones causadas por mala sujeción o elevación durante la instalación de la tubería (transporte, manipulación, almacenamiento en obra y tendido) y compactación del relleno de la zanja.
- Riesgo de entrada de algún elemento (agua, lodo, tierras, animales, etc.) en las tuberías instaladas en la zanja en las ocasiones en que dicho tramo de tubería deba dejarse cierto tiempo expuesto.
- Riesgo derivado de la soldadura de las juntas, en el caso de ser necesario.
- Riesgo de fisuras o roturas, fugas o mal funcionamiento de las tuberías en caso de ejecución incorrecta de la unión de las juntas y colocación de la tubería sobre apoyos.
- Riesgo de movimiento de tuberías. Un inadecuado apoyo o anclaje, las largas distancias de tramos entre apoyos consecutivos, etc., pueden producir, en situaciones tales como inundaciones, etc., movimientos y flotación de las tuberías.

#### **Riesgos posteriores a la puesta en servicio de la canalización producidos durante el periodo de mantenimiento**

- Hundimiento del terreno debido a la migración de finos, mala evacuación de las aguas, un mal cálculo en proyecto, o errores durante la construcción.
- Daños y/o mal funcionamiento de las tuberías derivados de un mal diseño en el proyecto o errores en la construcción (mala ejecución de la unión de juntas, mala ejecución de anclaje de tuberías, etc.).
- Daños consecuenciales de errores de diseño durante la fase de proyecto.
- Daños consecuenciales de errores durante la fase de construcción.

## **Riesgos de la naturaleza**

- Lluvias extraordinarias, avenidas o inundación de agua (niveles freáticos elevados, infiltraciones, escorrentías superficiales, aguas subterráneas, fugas de otras tuberías existentes, etc.).
- Vientos huracanados, terremotos o movimientos de tierras, que puedan afectar a las operaciones de tendido y colocación de las tuberías.

## **Otros riesgos**

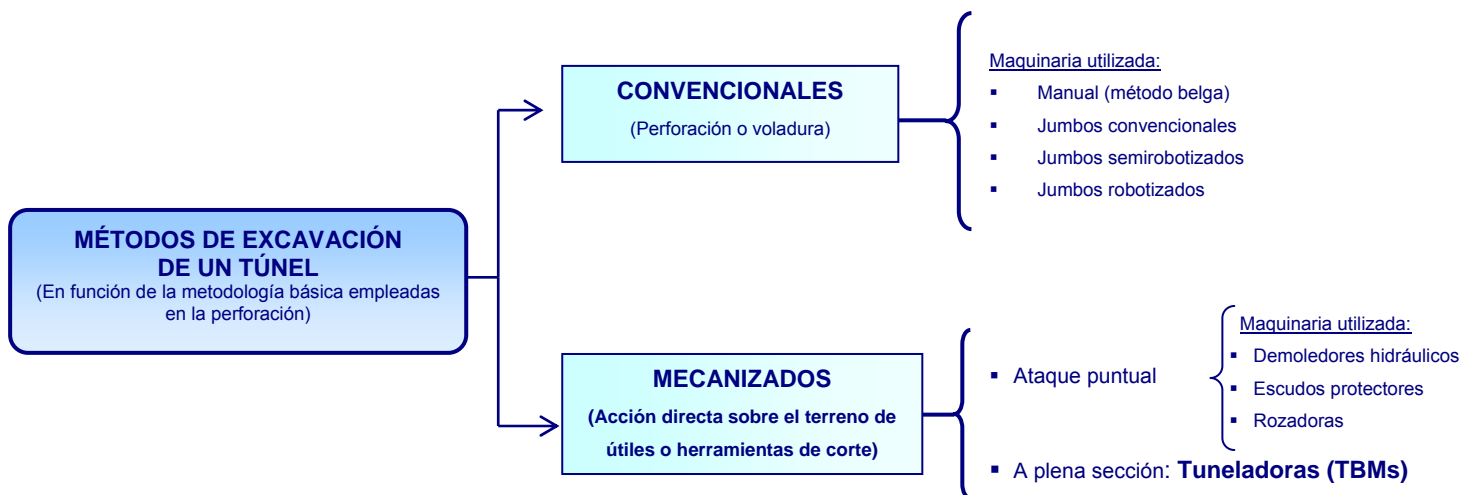
- Actos malintencionados.
- Robos.
- Incendio provocado por operaciones como soldaduras, etc.
- Colisiones, choques de vehículos, etc.
- Caída de materiales de obra (de tuberías durante su manipulación y tendido; de maquinaria, etc.), de piedras, materiales sueltos, etc.
- Daños a terceros durante la ejecución: caídas, vuelcos, atropellos de máquinas, derrumbes de terreno, problemas de inundaciones, desplome de edificios colindantes, rotura de canalizaciones en servicio, los efectos de la voladura que pueden provocar daños en obras preexistentes, contactos eléctricos, intoxicación o explosión al interceptar conductos de gas, etc.



## 2.2.5. PRINCIPALES RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES EJECUTADOS CON TUNELADORAS

Los trabajos de construcción de túneles consisten básicamente en ejecutar una estructura, el túnel, en el interior de formaciones naturales del terreno. A consecuencia de la heterogeneidad del terreno a atravesar (roca dura, roca blanda y suelos), de las limitadas dimensiones y accesibilidad al frente de trabajo y de las posibles afecciones (roturas, filtraciones, etc.) que puede ocasionar en su entorno (edificios colindantes, etc.), se plantea una problemática que implicará que se aplique el procedimiento de excavación que mejor se adapte al terreno en función de sus características y comportamiento (inestabilidad, abrasividad de la roca, etc.).

En consecuencia, el éxito en la construcción de un túnel se deberá a procedimientos de trabajo que permitan la obtención de unos rendimientos adecuados, manteniendo la estabilidad general del entorno afectado.



La excavación mecanizada logra esos objetivos, consiguiendo altos grados de mecanización y automatización del proceso mediante el sucesivo desarrollo de nuevas máquinas con nuevas tecnologías y la ayuda de técnicas constructivas complementarias.

Dentro de los procedimientos mecanizados de excavación de un túnel, el sistema de tuneladoras ofrece mayores posibilidades de desarrollo y expansión en comparación con otros métodos convencionales de excavación.

Este sistema de excavación consiste en la utilización de máquinas denominadas tuneladoras, conocidas habitualmente por las siglas en inglés TBM (*Tunnel Boring Machine*), integrales en tanto que son capaces por sí solas de excavar el túnel a sección completa (en general, la sección de la excavación es circular) a la vez que colaboran en la colocación de un sostenimiento provisional o definitivo para garantizar la estabilidad de la excavación, a la vez que retiran los escombros. La máquina avanza dejando detrás de sí el túnel terminado.

No existe una tuneladora “universal” que sirva para todo tipo de terreno. Por tanto, las tuneladoras deben adaptarse a las características del terreno y, según sea su comportamiento geotécnico, pueden presentar diferencias que se reflejan en el diseño y en las operaciones de la máquina.

Las tecnologías básicas a aplicar en función del tipo de terreno se pueden dividir en dos grandes grupos: **tuneladoras de roca dura (topos)** y **tuneladoras de rocas blandas o suelos (escudos)**. Durante los últimos años se han desarrollado modelos que podrían denominarse máquinas mixtas, al combinar elementos de los modelos mencionados con anterioridad.



## **RIESGOS**

El empleo de tuneladoras mejora la seguridad, aunque esto no significa que estemos exentos de riesgos. Aún con TBMs, la construcción de un túnel es una obra dinámica, en la que siempre ocurren imprevistos.

Además, se ha de tener en cuenta que se trata de una máquina de alto coste y que es un prototipo diseñado para responder a las necesidades de un terreno con determinadas características. Una inadecuada elección, el mal diseño de la tuneladora o un equipo humano no especializado en su manejo supone un fracaso, puesto que una vez comenzada la obra no se pueden realizar cambios en la máquina. En caso de atrapamiento, los trabajos de liberación son lentos, difíciles y peligrosos, y provocan paradas durante meses. Esta situación puede suponer, en algunos casos, un coste tan elevado que haga que el sistema deje de presentar ventajas. Por tanto, la versatilidad de las máquinas debe tenerse en cuenta en el momento de elegir las.

Para hacer una selección correcta de la tuneladora resulta imprescindible tener un conocimiento preciso y a tiempo de las características del terreno a atravesar para una definición correcta de dicho terreno, de tal modo que podamos establecer todas las medidas que prevengan la aparición de tipos de suelos imprevistos y evitar peligros que afecten tanto al equipo humano como a los medios técnicos.





**Corona (o clave) de una excavación subterránea. Terreno diaclasado**

No hay que olvidar que el trabajo se desarrolla bajo tierra (ambiente subterráneo), y además existe desplazamiento a medida que excavamos. Es por ello que se pueden presentar riesgos tanto durante la ejecución de la obra como una vez terminada. Así, en el estudio del terreno se deben tener en cuenta factores como:

- Posibilidad de asentamientos que pueden suponer un colapso del túnel, por lo que se intenta que por encima de éste haya suficiente montera.
- Posibilidad de presencia de agua que pueda suponer problemas en la excavación, como por ejemplo derrumbes.
- Pérdida de terreno que hace que en ocasiones aparezcan chimeneas.
- Bloqueo de la tuneladora en el terreno.
- La dureza y abrasividad de las rocas se traducen en una reducción importante del rendimiento y un aumento considerable del mantenimiento de la máquina. Por ejemplo, la reposición de los discos de corte que -debido a la abrasión del terreno- se desgastan con mayor facilidad. A consecuencia de ello, el procedimiento deja de ser económicamente rentable o incluso inviable.
- Presencia de gases.
- Posibilidad de producirse un incendio. Este riesgo se incrementa en túneles de gran longitud, y puede mitigarse si se van construyendo a la vez las necesarias vías de emergencia.
- Imposibilidad de realizar tratamientos del terreno desde el interior del túnel.



Las tuneladoras son máquinas complejas, que requieren para su manejo y buen funcionamiento de un equipo humano especializado que pueda sacar el máximo provecho de la tuneladora y tenga capacidad de reacción sobrada para encontrar soluciones a todos los problemas e imprevistos que puedan surgir.

El mantenimiento de una tuneladora es muy elevado, pero se compensa con el aumento del rendimiento que la utilización de ésta supone frente a otros métodos de excavación. En ocasiones, y debido a circunstancias ajenas a la excavación en sí, pueden producirse riesgos financieros (fundamentalmente Pérdida de Beneficio) debido a un retraso en la obra por problemas tales como aumento del tiempo invertido en recambios, atrasos logísticos y de abastecimiento, mantenimiento, etc. Por ejemplo, la tuneladora necesita ser abastecida de forma continuada con energía eléctrica, y un retraso en la logística del proceso supone largos tiempos de parada de la excavación por razones ajenas a la obra, que además pueden suponer un riesgo financiero.

La rutina en la tarea puede suponer un inconveniente, al olvidar el personal los riesgos presentados en el entorno de trabajo.

---

### 3. SEGUROS EN LA CONSTRUCCIÓN

---

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

#### 3.1. SEGUROS DE CONSTRUCCIÓN

El principal instrumento de transferencia de riesgos son los **seguros de construcción**, entre los que destacan los siguientes:

OBRA CIVIL	EDIFICACIÓN
Seguro Todo Riesgo Construcción (TRC ó CAR) Seguro Todo Riesgo para Montaje (TRM ó EAR) Seguro de Daños Materiales Seguro de Obra Civil Terminada Seguro Todo Riesgo de operaciones Seguro de Responsabilidad Civil Seguro de Rotura de Maquinaria	Seguro Todo Riesgo Construcción (TRC ó CAR) Seguro Todo Riesgo para Montaje (TRM ó EAR) Seguro de Daños Materiales Seguro de Responsabilidad Civil Seguro de Garantía decenal de daños estructurales Seguro de garantía trienal Seguro de Garantía anual

##### 3.1.1. SEGURO TODO RIESGO MONTAJE (TRM)

Este seguro cubre los daños que puedan sufrir los bienes asegurados durante los trabajos de montaje de máquinas, aparatos y estructuras metálicas de una obra, siempre que dichos daños sucedan de forma accidental e imprevista.

Se asegura el montaje de cualquier equipo o proceso y/o fábrica entera.

Es muy similar al seguro TRC (Todo Riesgo Construcción). Sin embargo, la principal diferencia es que en el seguro TRM existe un periodo de pruebas (pruebas en vacío y de carga) de los bienes asegurados antes de que el propietario los reciba provisionalmente, que transcurre entre la finalización de los trabajos de montaje y el comienzo del mantenimiento.

Este periodo de pruebas sólo será cubierto si así se pacta en las Condiciones Particulares de la póliza.



**Parque eólico**

### **3.1.2. SEGURO DE MAQUINARIA**

Mediante este seguro se garantizan los daños y pérdidas materiales directas sufridas por las máquinas aseguradas, tanto en funcionamiento como en reposo, a consecuencia de daños internos o externos y siempre que sean causados por hechos accidentales e imprevistos.



**Tuneladora de doble escudo**

### **3.1.3. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL**

La actividad realizada por la empresa constructora implica riesgos tanto en la propia obra como a su entorno, pudiendo producir daños tanto a **bienes** como a **personas** -en ambos casos **ajenos**-. Por tanto, el objeto del seguro es, en un sentido amplio, resarcir al asegurado de los daños y perjuicios que haya sufrido por una causa accidental y no querida, esto es, la compensación del perjuicio económico experimentado por un patrimonio a consecuencia de un siniestro, por una obligación de indemnizar por **daños causados a terceros**.

### 3.1.4. SEGURO DE OBRAS CIVILES TERMINADAS

Este tipo de seguro garantiza los daños que pueden padecer las **obras civiles** una vez terminados los trabajos, debido a: vandalismo individual, causa de la naturaleza (terremotos, inundaciones, etc.) e impacto de vehículos terrestres, acuáticos o aéreos, etc.

Se excluyen de esta cobertura los daños causados por: actos intencionados del asegurado, guerra, radiación nuclear, vicio propio, desgaste natural, movimientos de dilatación/contracción por causas térmicas, mantenimiento deficiente, daños o pérdidas consecuenciales y -salvo pacto en contrario- huelga, motín, etc.

### 3.1.5. SEGURO DE GARANTÍA DECENAL DE DAÑOS A LA EDIFICACIÓN

Seguro destinado a proteger a los propietarios, promotores y adquirentes de los edificios -o de parte de éstos- a partir de la fecha de recepción y por un periodo de diez años, frente a los daños materiales que sufran debido a determinados **vicios o defectos constructivos** y que afectan de manera directa a la **estabilidad** del edificio.

Desde la promulgación de la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), la garantía decenal es obligatoria para cualquier edificio de uso vivienda, cuya solicitud de licencia de obra de nueva planta o sobre preexistentes fuera posterior al 6 de mayo de 2000.

El promotor es el tomador del seguro y está obligado por ley a suscribir el seguro decenal.

A raíz de la Ley 53/2002 de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, la LOE ha sido modificada para exonerar de la obligación del seguro a los autopromotores y obras de rehabilitación.



**Daños estructurales. Pilar dañado**



**Grietas en un edificio**

De los diferentes seguros de ingeniería, se desarrollan en este manual las características principales del seguro Todo Riesgo Construcción (TRC).

### **3.2. SEGURO TODO RIESGO CONSTRUCCIÓN (TRC)**

Se trata de un seguro creado para cubrir toda clase de obras civiles en construcción y cuyo objeto fundamental es amparar contra los daños y pérdidas accidentales sufridos en la obra, incluyendo el equipo de construcción del contratista y/o maquinaria de construcción, así como contra reclamaciones de terceros por daños a sus personas, cuando éstos ocurran como consecuencia de los trabajos de construcción mencionados.

Pertenece a la familia de seguros “**Todo Riesgo**”, por lo que queda cubierto todo aquello que no esté expresamente excluido.

Son susceptibles de asegurar obras tales como: edificios para viviendas, oficinas, almacenes, hospitales, escuelas, teatros, iglesias, cines, hoteles, fábricas, silos, puentes, presas, compuertas, canales, túneles, carreteras, muelles, obras de riego y drenaje, etc.

#### **3.2.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

##### **■ Partes aseguradas**

Cubre a cualquiera de las partes interesadas en la obra a realizar: promotor, constructor o subcontratistas, si los hubiere, comprendiendo con frecuencia a todos los proveedores de materiales y equipos y, rara vez, al ingeniero consultor o arquitecto. Puede darse el caso de que el tomador del seguro sea el contratista principal o promotor y que figuren como asegurados todos los intervinientes. Incluso es posible encontrar pólizas que incluyan una cláusula de beneficiario principal a favor de una entidad que financia la construcción y que exige el aseguramiento de las obras.

En caso de pérdida, es cuando se pone de manifiesto la ventaja de asegurar a todas las partes en una sola póliza, pues no es necesario hacer investigaciones para hallar a la parte culpable, con lo que no sufren retraso las reparaciones, continuando con normalidad las obras en los sectores no afectados.

La razón por la que las compañías aseguradoras no suelen incluir como parte asegurada al ingeniero, es principalmente porque, si así lo hace, todos los daños por errores de diseño serían indemnizados sin posibilidad de recurso, salvo en casos especiales en que se demostrase negligencia -lo cual es difícil de probar-. Además, las responsabilidades civiles de los ingenieros y arquitectos pueden cubrirse mediante una póliza profesional específica.

## ■ Elementos asegurados

Este seguro garantiza frente a los daños y pérdidas materiales que de forma **accidental e imprevisible** puedan sobrevenir en las obras aseguradas.

La mencionada cobertura se extiende a:

1. **Obra.** Entendiendo como tal los trabajos permanentes y temporales realizados y en curso de realización. Quedan incluidos en estos conceptos los materiales, aprovisionamientos y repuestos necesarios para la realización de la obra asegurada.

Dentro del concepto de obras civiles en construcción se incluyen desde los trabajos de preparación del terreno (movimiento de tierras, etc.), construcciones auxiliares (carreteras de acceso, ataguías, etc.) hasta el montaje de aire acondicionado o acabados en general.

Se incluyen aquí, además, todos los materiales almacenados en la obra y que se destinen a la propia construcción.

Otros bienes y responsabilidades pueden ser asegurados, con carácter opcional:

2. **Equipo de construcción.** Se entiende como tal los elementos que, sin formar parte de la obra, son necesarios para ejecutarla, entre otros: andamiajes, encofrados, puentes auxiliares, armaduras de carpintería y entibación, herramientas, edificaciones provisionales, instalaciones de fuerza motriz y abastecimientos, conducción y drenaje y desagüe, combustibles y demás bienes propios y análogos.



**Andamios en edificación**



3. **Maquinaria de construcción.** Se entiende como tal el conjunto de máquinas de todo tipo que intervienen en la construcción: grúas -fijas y móviles-, excavadoras, maquinaria de pilotaje, maquinaria de tratamiento de firmes, palas cargadoras, hormigoneras, perforadoras, etc.

Por este seguro quedan garantizados los **daños externos** que sufran las máquinas durante su permanencia en el lugar de obras, así como los daños internos (mecánicos o eléctricos) sobrevenidos como consecuencia de un daño externo.

No implica diferencia alguna en la posibilidad de cobertura el hecho de que la maquinaria pertenezca o no al contratista (maquinaria alquilada).

Los citados equipos y maquinaria de construcción están amparados incluso durante los trabajos de carga y descarga, durante el almacenaje transitorio en el lugar de construcción y en su montaje y desmontaje.

Los riesgos asociados a la maquinaria y equipos son: vuelco, colisión, corrimiento de tierras y desprendimientos de rocas, inundación e incendio.

4. Los **efectos personales de los empleados y obreros.** Esta cobertura, por los problemas que pudiera plantear en caso de siniestro, sólo debe ofrecerse en casos excepcionales, y con límite de indemnización por obrero.

5. **Gastos para la remoción de escombros.**

6. **Responsabilidad civil.** Se trata de reclamaciones de terceros por daños accidentales ocasionados a sus personas o en sus bienes por accidentes que se hayan originado en la obra asegurada y estén directamente relacionados con la ejecución de dicha obra.

Quedan excluidas las reclamaciones por accidentes ocurridos a empleados o trabajadores del asegurado.

## ■ Validez del seguro

En el recinto de la obra asegurada. Para el seguro de Daños Materiales, el siniestro debe producirse en la obra. Para el seguro de Responsabilidad Civil, la causa del siniestro debe haberse originado en la obra.

El almacenamiento de materiales queda cubierto por el seguro TRC siempre que éste se produzca en el interior del recinto de la obra, pero no si se realiza fuera.

## ■ Permanencia del seguro

Es de carácter **temporal**, comienza al iniciarse los trabajos de construcción o una vez descargados los bienes asegurados en el sitio de construcción y termina con la recepción de la obra por el promotor o con su puesta en servicio.

En caso de que la obra se termine o entre en servicio la totalidad o parte de la obra antes de los plazos estipulados en la póliza se cesará automáticamente el seguro, no dando lugar a devolución de la prima. Esto puede resultar un problema en caso de no haberse firmado el Acta de Recepción Provisional (ésta se puede retrasar mucho, y es importante por el cambio de titularidad -el solar es propiedad del promotor pero la obra es propiedad del constructor-) o si no se ha producido la efectiva puesta en servicio de la parte de obra en cuestión.

Si, por el contrario, por retraso en los trabajos la obra se terminase pasada la fecha indicada en las Condiciones Particulares de la póliza, para continuar con las garantías que ofrece el seguro se debería acordar una prórroga con la compañía aseguradora, percibiendo una prima adicional establecida en función de las circunstancias que concurran en cada caso. La compañía se reservaría el derecho de aceptar o rechazar esta prórroga. En ocasiones, para evitar prórrogas se puede fijar algo más de tiempo que el previsto con el fin de cubrir los posibles retrasos que se produjesen. Esto último suele resultar más económico que las prórrogas.

Puede contratarse la póliza una vez iniciada la construcción, adecuándose la prima de acuerdo con el periodo de construcción no garantizado.

En caso de interrupción de los trabajos de construcción, el asegurado deberá poner en conocimiento de la compañía tal circunstancia tan pronto como le sea posible. En este caso, ambas partes podrían convenir la suspensión total o parcial de las coberturas de esta póliza.

El asegurado podrá solicitar la rehabilitación de las garantías en cualquier momento, prorrogándose en este caso el contrato por el tiempo de la suspensión.

- Sin pago de prima alguna si la suspensión de coberturas fue total y la paralización no hubiera supuesto agravación del riesgo.
- Con pago de la prima que corresponda si la suspensión de cobertura fue parcial o la paralización hubiera supuesto una agravación del riesgo.

La cobertura del equipo del contratista y maquinaria de construcción comenzará cuando tales equipos y maquinaria lleguen a la obra asegurada, y cesará cuando dejen el lugar de construcción o a la finalización de la obra.

Es frecuente, aunque opcional, la ampliación de la duración del seguro durante el denominado **periodo de mantenimiento** que sigue al término de los trabajos de construcción, durante generalmente 12 meses, aunque durante este periodo las garantías quedan limitadas (como se verá en el apartado correspondiente).

El periodo asegurado de una póliza TRC no puede cancelarse, excepto:

- Si se produce, en determinadas circunstancias, un cambio material importante del riesgo asegurado.

El asegurado deberá, durante el curso del contrato, comunicar a la compañía aseguradora, tan pronto como le sea posible, todas las circunstancias que agraven el riesgo y sean de tal naturaleza que si hubieran sido conocidas por ésta en el momento de la perfección del contrato, no lo habría celebrado o lo habría concluido en condiciones más gravosas. Por ejemplo, la variación del diámetro del túnel de derivación en los trabajos de derivación del río en la construcción de una presa, de manera que la obra quede expuesta a avenidas fluviales correspondientes a un periodo de retorno de 10 años en vez de 25, supondría un cambio material del riesgo a una alteración de la exposición inicialmente asegurada. Una suspensión de los trabajos superior a un mes constituye también un cambio material del riesgo.

El asegurado debe comunicar a la aseguradora, a la mayor brevedad posible, los cambios materiales del riesgo, para permitir que ésta decida sobre las nuevas condiciones para asegurar. En caso contrario, si el asegurador descubre tales cambios tras producirse el siniestro, el contratista tendrá que asumir el hecho de no ser indemnizado.

Del mismo modo, si durante el curso del contrato el asegurado pone en conocimiento de la aseguradora todas las circunstancias que disminuyan el riesgo y sean de tal naturaleza que, si hubieran sido conocidas por aquélla en el momento de la perfección del contrato lo habría concluido en condiciones más favorables, al finalizar el periodo del curso cubierto por la prima el asegurador deberá recudir el importe de la prima futura en la cuantía correspondiente.

- Abandono del proyecto. Es decir, la retirada del contrato de obras por parte del promotor o de algún contratista fundamental, sea cual fuese el motivo (financiero, técnico, etc.). Si se reanudan las obras proyectadas, puede reinstalarse la cobertura con el acuerdo asegurador.

## ■ Riesgos cubiertos

Por pertenecer al tipo de seguro “Todo Riesgo”, están cubiertos todos, salvo los expresamente excluidos, siempre que los daños directos o pérdidas materiales producidas sean consecuencia directa de una causa accidental e imprevisible y se presenten de forma súbita. Por tanto, en la póliza se cubrirá únicamente los bienes designados en las Condiciones Particulares.

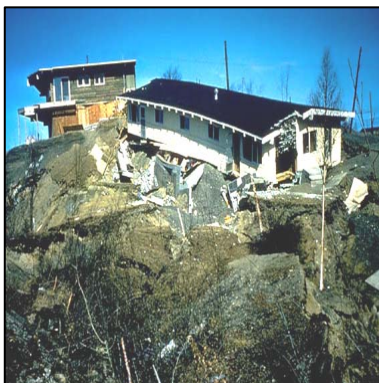
La tipología de los siniestros normalmente amparados por el Programa de Seguro puede resumirse en la siguiente clasificación atendiendo a la **naturaleza de los daños**:

- Daños propios. De entre todos los riesgos que pueden estar presentes en una obra, una buena parte de la exposición al riesgo total la constituyen los daños materiales a los elementos utilizados en obra, tanto en su transporte, almacenamiento, o una vez integrados en la obra, y que supongan una pérdida económica de cualquier índole para el contratista sin que exista perjuicio para terceros.

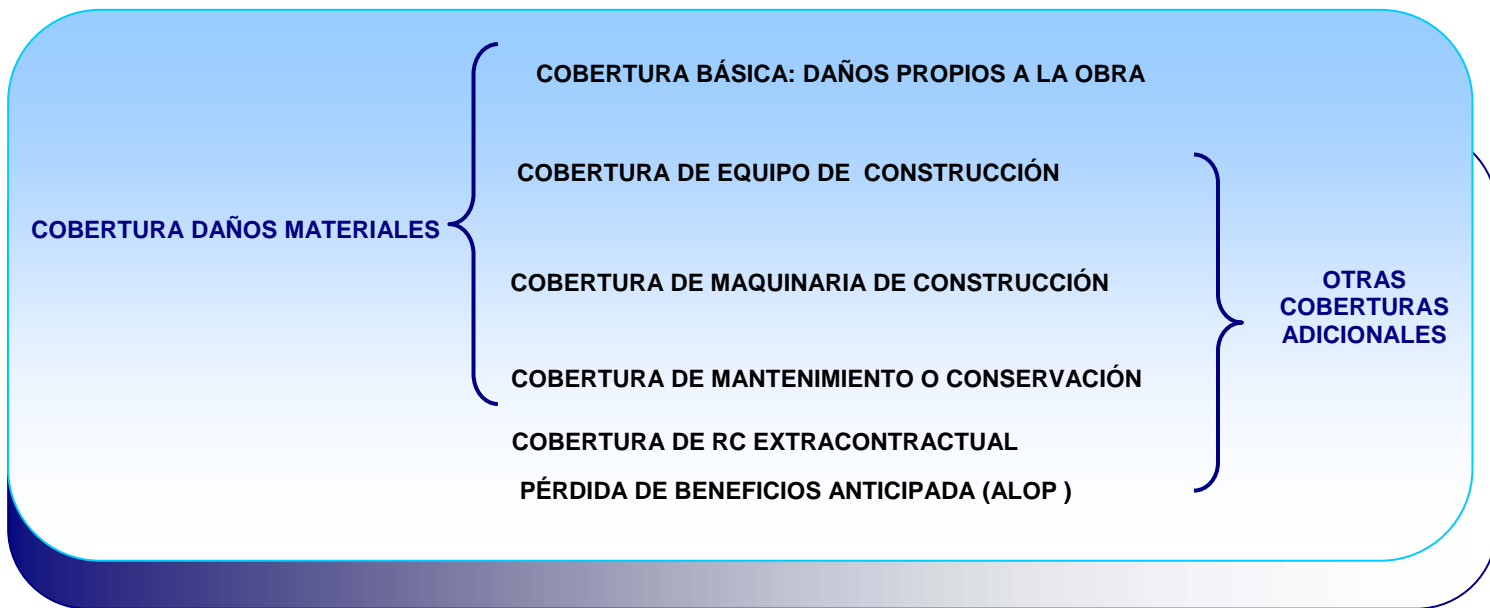
En este tipo de daños se incluyen tanto daños directos como pérdidas consecuenciales derivadas de los mismos.

- Daños a terceros. A veces, las responsabilidades que surgen de las actividades de construcción pueden ser graves, y la asignación de la responsabilidad de un daño a terceros puede provocar discusiones a incluso pleitos judiciales. Estos daños a terceros pueden ser:

- **A personas**. Bien sean empleados del contratista o ajenos.
- **A cosas**. Siniestros que implican la destrucción total o parcial de propiedades de terceras personas físicas o jurídicas.



Atendiendo al tipo de daño a cubrir, las coberturas del seguro que pueden garantizarse son:



## 1. Cobertura de Daños Materiales:

Esta modalidad cubre, salvo los expresamente excluidos, las consecuencias económicas de los daños materiales imprevistos (a consecuencia de una causa accidental e imprevisible y presentada de forma súbita) que sufra toda clase de obra de construcción durante la ejecución.

**1.1. Cobertura básica.** Daños propios de la obra. Se garantiza el conjunto de trabajos de obra civil e instalaciones (incluyendo el coste tanto de material como de mano de obra o cualquier otro que pueda incidir en el coste final) que integren la realización de la obra asegurada descrita en las Condiciones Particulares.

**1.2. Coberturas complementarias.** Sólo tienen validez si se encuentran expresamente incluidas en las Condiciones Particulares.

Dentro de éstas se distinguen:

### 1.2.1. Daños materiales a la propia obra

- De carácter político o social, motines, tumultos populares, etc., con inclusión o no del terrorismo.
- Robo y expoliación.
- Error de diseño.

### 1.2.2. Daños materiales a otros bienes propios

- Equipo de construcción.
- Maquinaria de construcción.
- Bienes preexistentes.

### 1.2.3. Pérdidas consecuenciales

- Los gastos suplementarios por horas extraordinarias o por trabajos nocturnos o en días festivos.
- Gastos de remoción y desescombro.
- Honorarios profesionales.
- Huelga y motín.
- Terrorismo.
- Gastos de extinción

2. **Periodo de Mantenimiento.** De carácter opcional.

3. **Responsabilidad Civil Extracontractual.** De carácter opcional.

4. **Pérdida de beneficios anticipada (ALOP).** De carácter opcional.

## ■ Riesgos excluidos

Al ser un seguro “Todo Riesgo”, se cubre todo salvo lo expresamente excluido en la póliza. Dentro de este apartado cabe distinguir entre los riesgos excluidos con carácter **general**, de conocimiento general, y las **exclusiones específicas**, particulares para adaptarse a un proyecto concreto. Por ejemplo, en obras de excavación de zanjas, el asegurador puede proponer restricciones de cobertura para reducir los riesgos a un límite aceptable, o bien excluir los daños que resulten previsibles, como por ejemplo el cegado de zanjas con tierras arrastradas a causa de precipitaciones normales.

**Carácter general:**

Afectan tanto a la cobertura de Daños Materiales como a la de Responsabilidad Civil, tales como:

- a) Mala fe del asegurado, daños intencionados causados o provocados por el asegurado.
- b) Guerra, invasión, revolución, hostilidades, rebelión, insurrección, golpe militar, terrorismo, etc.
- c) Reacción o radiación nuclear o contaminación radiactiva. El seguro de peligros nucleares es específico de los aseguradores de la energía atómica, como *pools* nacionales, dirigidos por aseguradores e ingenieros especializados. No obstante, la construcción de centrales nucleares no presenta riesgos atómicos de ninguna clase en su fase de ejecución hasta que se suministra el combustible radiactivo, por lo que se pueden cubrir con este tipo de seguro.
- d) Expropiación, nacionalización, confiscación, requisa, apremios, penalizaciones, etc.
- e) Hurto, desaparición.
- f) Los daños que no estén a cargo del asegurado.
- g) Las sanciones por incumplimiento del contrato, multas, etc.

**Carácter específico:**

Referidos sólo a daños materiales, tales como:

- a) Los debidos a actos de las personas responsables de la dirección de la obra, contrarios a las normas o reglas y disposiciones usuales y reconocidas por la arquitectura y/o ingeniería y que por su naturaleza constituyan culpa grave o imprudencia delictiva así reconocida por las autoridades competentes. Una "buena práctica" significa trabajar según normas de seguridad y reglas profesionales reconocidas, siguiendo un método planificado y basándose en los conocimientos científicos y las experiencias técnicas actuales en ingeniería. Esto se aplica desde que surge la necesidad del proyecto hasta su puesta en servicio.

En estos casos suele ser el tribunal quien dictamine si la acción u omisión realizada por el técnico constituye imprudencia delictiva o culpa grave. Aunque rara vez los daños causados por el responsable de la obra se consideran imprudencia delictiva o causa graves, como se exige en esta exclusión, más bien suele ser considerado simple negligencia o culpa leve. Ejemplo de esto sería un siniestro (derrumbamiento de la zanja) producido por la excavación de una zanja sin ningún tipo de entibación o sostenimiento, decisión tomada por el director de la obra.





**Ejecución de un muro pantalla**

- b) Los deterioros debidos a defectos o vicio propio, falta de uso, desgaste, influencias normales del clima, corrosión y oxidación. Bajo este apartado se excluyen una serie de hechos carentes de la accidentabilidad e imprevisibilidad que se debe existir en todo siniestro amparado por el seguro. Esta exclusión no se extiende, sin embargo, a otras partes de la obra que resulten dañadas a consecuencia de un accidente originado en las circunstancias expuestas (daños consecuenciales).

Por ejemplo, no estaría cubierta por el seguro la sustitución de un pilar corroído por el paso del tiempo. Sin embargo, si debido a este deterioro se produce el hundimiento de parte del forjado y vigas que están sustentadas por él debido a la rotura de ese pilar, estos daños (consecuenciales) sí estarían amparados por el seguro.

- c) Costes de rectificación de defectos en los materiales, diseños o planos, o en la mano de obra.

Por ejemplo, supongamos que durante la construcción de un edificio se detectan grietas en un forjado de una de las plantas y éstas son debidas a un hormigón defectuoso, por lo que éste debe reponerse. En este caso, los gastos de rectificación del cemento no serían cubiertos por el seguro, mientras que los gastos del resto de materiales que constituyen el forjado (viguetas, bovedillas, etc.) sí estarían cubiertos.

En el ejemplo queda claro que el siniestro no ocurre por un hecho accidental e imprevisto, sino por una errónea decisión del ingeniero (en este caso, falta de control de materiales), que en ocasiones deja de lado la seguridad de los cálculos y asume riesgos con el único fin de reducir costes.

Por ello, si el asegurador asumiese el riesgo de error de diseño en cualquier caso, se fomentaría esta actitud (no verificación de cálculos, no llevar un control de materiales, etc.). Es por ello que la exclusión de errores de diseño en la póliza es una **medida preventiva**, puesto que los siniestros asociados a errores de diseño pueden llegar a ser graves.

Antes de decidir la ampliación de la cobertura hay que buscar y analizar la información adicional.

- d) Respecto a la cobertura de daños a la maquinaria, quedan excluidos los daños por averías internas mecánicas y/o eléctricas que sufra la maquinaria y sus accesorios y cuyo origen esté en su propio funcionamiento. Un alto nivel de mantenimiento y una adecuada formación de los operarios contribuyen a evitar accidentes en la maquinaria y los equipos móviles. Los equipos en malas condiciones de funcionamiento pueden causar daños a las obras de manera indirecta.

## ■ **Coberturas complementarias**

Son aquéllas que, aunque se excluyen inicialmente, pueden ser incluidas contratando la correspondiente cobertura. Por lo tanto, son coberturas optativas, en donde se incluyen estas garantías siempre y cuando se pacten en las Condiciones particulares y mediante la correspondiente sobreprima.

### **1. Daños materiales a la propia obra:**

- 1.1. De carácter político o social, motines, tumultos populares, etc., con inclusión o no del terrorismo.

Según la ubicación y las circunstancias, pueden darse situaciones totalmente distintas de peligrosidad e interés por esta cobertura.

- 1.2. Robo y expoliación. Según sea la ubicación de la obra, este siniestro es casi seguro (por ejemplo los cables de cobre, etc. son muy codiciados). Las pérdidas y desapariciones de material en las obras suponen cantidades cada vez más importantes, por lo que se tiende a suprimirlo de la cobertura general de la póliza y ponerla como complementaria a estudiar en cada caso.

- 1.3. Error de diseño. Se puede otorgar esta cobertura en dos niveles:

- a) **Limitarse a las consecuencias**, excluyendo la parte en la que se ha producido el error, que es la fórmula más común en las pólizas españolas. Desarrollamos este punto a continuación:

Para mayor claridad de este apartado, se debe distinguir entre costes de rectificación y costes de reposición o reemplazo.

Se entiende por “coste de rectificación” el necesario para lograr que una cosa defectuosa llegue a alcanzar la exactitud que debiera tener; podría asimilarse al coste de reparación, e implícitamente debe entenderse que si se habla de costo de rectificación es que no ha habido daño, sino simplemente defecto.

Se entiende por “coste de reposición o reconstrucción” el necesario para reponer o reconstruir una cosa que ha resultado dañada.

**Defectos de materiales.** Quedan excluidos los costes de rectificación por empleo de material defectuoso, e incluso los de reposición de este material en caso de que hubiera producido el hundimiento de la parte de obra con él realizada.

En este último caso, estarían incluidos en el seguro los costes de los demás materiales que componen la parte de obra realizada con el material defectuoso, así como todos los daños a las demás partes de la obra que hayan sufrido daños por el acaecimiento de las citadas circunstancias.

Por ejemplo: el cemento empleado en la construcción de una planta ha resultado defectuoso, se observa la deficiencia y se debe proceder a su rectificación, con los gastos consiguientes de demolición y nueva construcción; entonces, tales gastos están excluidos de las garantías del seguro. Sin embargo, si se produce el colapso de la planta como consecuencia del cemento en mal estado y causa además daños a las plantas inferiores, está excluido del seguro el coste de reposición del cemento, pero están cubiertos los costes de viguetas, acero, etc., que formaban parte de la planta, así como los daños causados a las plantas inferiores.

**Defectos de diseño.** Quedan excluidos tanto los costes de rectificación como los de reposición de la parte mal diseñada. En el caso de España, sin embargo, se incluyen los daños a otras partes de la obra causados como consecuencia del colapso de la parte de la obra defectuosa en el diseño o en los planos.

Esta inclusión de los daños consecuenciales no se da en otros países, puesto que se considera que cualquier tipo de daño causado por un defecto de diseño debe estar cubierto por la póliza de RC profesional del proyectista.

**Defectos de mano de obra.** Quedan excluidos del seguro los costes de rectificación de las partes de obra realizadas defectuosamente por impericia de la mano de obra. Se incluyen en las garantías del seguro los costes de reposición de la propia obra realizada defectuosamente, así como los daños a otras partes de la obra ocasionados por el hundimiento de la partes de la obra mal realizada.

En resumen:

- Los costes de rectificación o reparación de partes de la obra defectuosa se encuentran siempre excluidos del seguro.

Los daños a otras partes de la obra causados como consecuencia de defectos en los materiales, diseños o en la mano de obra, están siempre incluidos.

- Los costes de reposición o reconstrucción:
  - Están excluidos en el caso de defectos de material. Sin embargo, los costes de otros materiales que formen parte del propio conjunto están incluidos.
  - Están excluidos en el caso de defectos de diseño.
  - Están incluidos en el caso de defectos de la mano de obra.

#### **b) Completa.**

En la que se incluye la cobertura tanto de la parte dañada como de los daños consecuentes. Generalmente, en estos casos el asegurador acepta la cobertura de errores de diseño, pero introduce límites de indemnización o franquicias elevadas para reducir riesgos y no suele incluir como parte asegurada al proyectista, para que en caso de siniestro cuya causa sea un error de diseño puedan repercutir contra él.

## **2. Daños materiales a otros bienes propios.** Además de la propia obra, pueden ser asegurados los bienes propiedad del asegurado:

- a) **Maquinaria de la obra**, aunque la cobertura se limita a los daños de origen externo a la máquina, excluyendo los de origen interno -que pueden ser cubiertos en las pólizas de Maquinaria independientes- (ver el apartado correspondiente de exclusiones).

- b) **Equipos de construcción.** Como norma general, una dotación permanente de equipos e instalaciones del contratista se asegura mediante una póliza anual. Debido a que los contratistas especializados suelen adquirir o subcontratar con fines específicos equipos que permanecen en la obra por tiempo indefinido, se posibilita el incluir estos elementos en la póliza TRC.
- c) **Bienes preexistentes,** entendiéndose por tales otras construcciones existentes (edificios, instalaciones, etc.) en el entorno de la obra, pertenecientes o a cargo del asegurado/s y que no forman parte de la obra asegurada que se va a construir. La cobertura se limita a las pérdidas o daños por la ejecución de las obras contratadas.
3. **Pérdidas consecuenciales.** Un siniestro puede producir, además de los gastos de daños materiales directos, otros gastos que surgen como consecuencia de aquél, así como pérdidas financieras si el siniestro provoca un retraso en la terminación de los trabajos. En función de ello pueden asegurarse:
- a) Los gastos suplementarios por horas extraordinarias o por trabajos nocturnos o en días festivos, así como los que se refieren a envíos urgentes (importantes en las pólizas de montaje), que hayan de realizarse para eliminar los retrasos producidos con motivo de un siniestro indemnizable.
- b) Honorarios profesionales. La reparación de daños importantes, por ejemplo en siniestros donde se ve afectada la estabilidad, puede requerir el asesoramiento profesional de ingenieros para verificar el diseño y realizar los cálculos para su restauración eficaz.
- c) Fletes aéreos para la rápida reposición de elementos.
- d) Los gastos por demolición y remoción de escombros que hayan de realizarse con motivo de un siniestro indemnizable.



**Escombros tras la demolición de un edificio**

e) Daños ocasionados por huelga y motín, si bien esta cobertura debe otorgarse excepcionalmente. Los riesgos de huelga y motín, siempre que no alcance la categoría de levantamiento popular pueden, en alguna ocasión, ser asegurados en forma de cobertura complementaria en la que se definan con detalle los límites de esta excepción a las exclusiones generales.

f) Terrorismo.

g) Gastos de extinción:

Como ampliación a lo establecido en las Condiciones Generales de la póliza, se hace constar expresamente que quedan cubiertos, con el máximo de la suma asegurada, 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.



#### 4. Pérdida de beneficio anticipada (ALOP, *Advanced Loss of Profits*)

Un siniestro puede producir el retraso en la puesta en servicio de una obra, lo cual puede originar perjuicios económicos como pérdida de negocios, gastos de alquileres, etc. Por ejemplo, el retraso por un siniestro en la entrada en servicio de una carretera de peaje supone una pérdida de negocio para la empresa explotadora.

Esta póliza tiene por objeto cubrir la pérdida de beneficios comerciales sufrida por el dueño a raíz del retraso en la conclusión de la obra de construcción y/o montaje, sin incluir los retrasos normales de la obra.

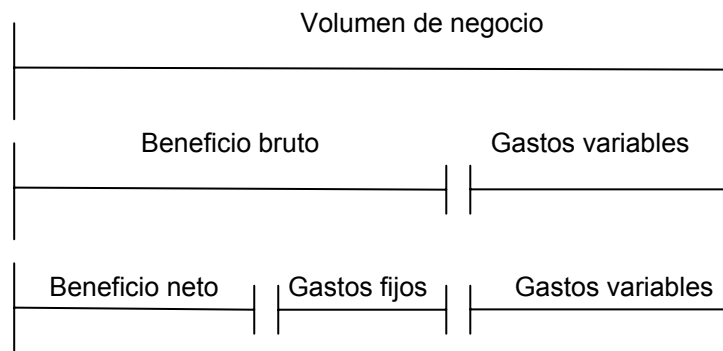
Un requisito necesario para poder suscribir una póliza de este tipo es que se haga junto con una póliza base de Todo Riesgo Construcción y/o Todo Riesgo Montaje.

Esta cobertura es bastante actual, por lo que a día de hoy no es muy frecuente, aunque se prevé que sí tenga su importancia en el futuro.



**Estación de peaje de una autopista**

La cobertura se limita a la pérdida real de beneficio bruto ocurrida como resultado de un retraso en la terminación de la obra de construcción y siempre que dicho retraso se deba a una pérdida cubierta por el seguro TRC y/o TRM.





### Cláusulas que se incluyen en la póliza:

En la cláusula correspondiente se especifica lo siguiente:

#### ● *Cobertura*

Si se produce un retraso en la entrada en funcionamiento del negocio asegurado, y siempre que dicho retraso sea a consecuencia de un daño contemplado en el condicionado de la póliza TRC/TRM, 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, con los límites de capital y tiempo fijados en las Condiciones Particulares.

El importe a indemnizar en este contexto será:

- 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 periodo de indemnización fijado.
- Respecto al incremento de los costes de explotación: el gasto adicional en el que se incurra necesaria o razonablemente con el solo propósito de prevenir o disminuir la reducción del volumen de negocio que se hubiera presentado sin este gasto, durante el periodo 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:

- Pérdidas de beneficio bruto y/o incrementos del coste de explotación debido a cualquier retraso causado por, o que sea resultado de:
  - 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.

- Pérdidas o daños en la propiedad adyacente, en la maquinaria y equipo de construcción.
  - 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.
  - Cualquier tipo de restricciones impuestas por las autoridades públicas.
  - No disponibilidad de fondos.
  - Modificaciones, ampliaciones, mejoras, rectificaciones de defectos o fallos o subsanación de cualquier clase de deficiencias llevadas a cabo después de la ocurrencia del daño.
  - 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.
  - Anomalías o deficiencias en el suministro de energía eléctrica.
  - Cualquier riesgo no incluido en la cobertura de los daños propios de la construcción y/o montaje otorgada por la póliza.
  - Los trabajos de descarga.
- 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.
  - Pérdidas de negocio debidas a causas tales como la 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.
  - Pérdidas o daños en prototipos, a no ser que ello haya sido acordado expresamente por escrito e incluido en las Condiciones Particulares.
  - 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.
  - Demoras excesivas en la reparación o reposición de los bienes dañados respecto al plazo que sería necesario en condiciones normales de ejecución.

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 aseguradora, 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 ciertos plazos a menos que dicha desviación haya sido aprobada por escrito por la aseguradora antes de la ocurrencia del siniestro.

● *Periodo de vigencia*

Es idéntico al de la Póliza de Todo Riesgo Construcción y/o Montaje, excluyéndose el periodo de mantenimiento y se actualizará cada vez que se produzca un retraso en los trabajos.

● *Partes aseguradas*

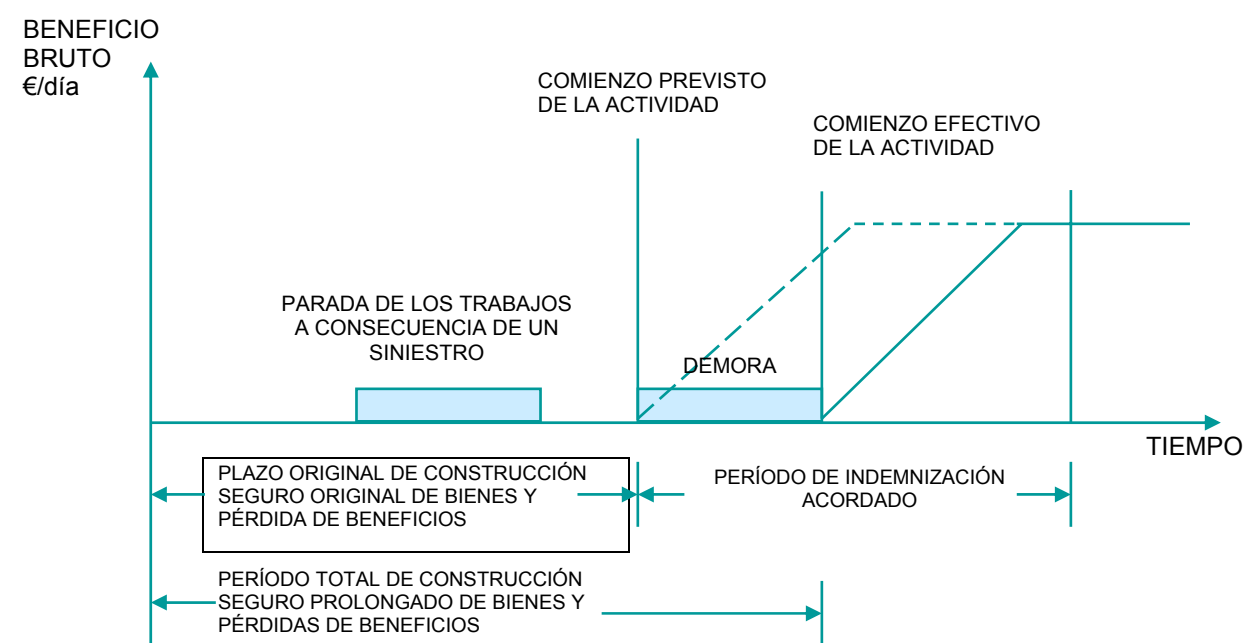
Se asegura al propietario del proyecto de la obra (o de montaje) según las especificaciones expuestas en la póliza TRC y/o TRM.

● *Suma asegurada*

Suele ser el beneficio anualmente previsto o los gastos fijos, a definir en cada caso.

● *Periodo de indemnización*

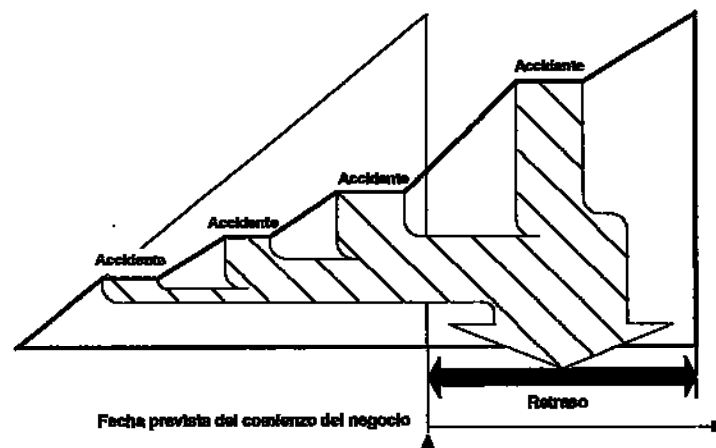
Será el pactado con el cliente en póliza. El periodo de indemnización es la base para el pago de la pérdida. Se establece a partir de lo que sería el retraso de la obra, el cual se inicia en la fecha en que hubiera terminado el proyecto de no haber ocurrido ningún incidente y expira en la fecha real en que finaliza el proyecto. La duración de este periodo de indemnización no puede superar la acordada en póliza.



- **Franquicia**

Existe una franquicia temporal (expresada en días) que es total, no por siniestro individual ocurrido.

Esta cobertura admite una sola reclamación, puesto que sólo hay una fecha de conclusión del proyecto, independiente del número de siniestros con daño material, y este único retraso es el que da lugar a la reclamación del asegurado bajo esta cobertura.



5. **Responsabilidad Civil extracontractual (Daños a terceros).** Con esta cobertura complementaria se cubren los daños ocasionados de forma involuntaria a terceros, tanto personales como materiales, limitando la protección de RC a los siniestros directamente vinculados con el proyecto de construcción y que tengan su origen en la obra o sus inmediaciones.

Al margen de esta Responsabilidad Civil extracontractual por daños a terceros -excluyendo de tal consideración a las personas que toman parte en las obras- se pueden considerar los siguientes tipos de responsabilidad:

- **Responsabilidad Civil Cruzada.** Se entiende en el ámbito asegurador la que pueda imputarse a un contratista o subcontratista por daños materiales causados a otros contratistas o subcontratistas que realizan otras partes de la obra.

Tiene especial interés en las pólizas TRM.

- **Responsabilidad Civil patronal.** Mediante esta cobertura se incluye en las garantías del seguro el pago de las indemnizaciones que, de acuerdo a la Ley General de la Seguridad Social, pudieran ser exigidas al asegurado como civilmente responsable por los daños que a causa de accidentes de trabajo sufra el personal incluido en su nómina.

Está excluida del seguro TRC, pudiendo realizarse sólo en casos excepcionales. La mala experiencia y lo poco propio de esta cobertura dentro de una póliza de construcción originaron un retraimiento bastante generalizado en otorgarla.

6. **Cobertura de daños durante el periodo de mantenimiento.** Como ya se ha comentado en apartados anteriores, es frecuente que el contrato de construcción prevea un periodo de mantenimiento de doce meses después de la recepción de las obras de construcción.

Puede otorgarse amparo por este periodo de mantenimiento, siempre que conste de forma expresa en las Condiciones Particulares del Seguro, si bien las garantías de la póliza quedarán limitadas a:

- a) Toda pérdida o daño proveniente de una causa que tuvo su origen antes de comenzar el periodo de mantenimiento, siempre que no sea objeto de exclusión en las Condiciones Generales o Particulares de la póliza.
- b) Toda pérdida o daño ocasionado por el contratista durante la ejecución de trabajos llevados a cabo con el propósito de cumplir con sus obligaciones derivadas de la cláusula de mantenimiento o conservación estipuladas en el contrato de obras, siempre que aquéllos no sean objeto de exclusión en las Condiciones Generales o Particulares de la póliza.

La garantía indicada en los dos párrafos anteriores se denomina **cobertura amplia de mantenimiento** (*Extended Maintenance Visits cover*); cuando sólo se cubra la indicada en el último párrafo se denomina **cobertura limitada de mantenimiento** (*Limited Maintenance Visits cover*).

Es importante destacar que, de acuerdo con lo estipulado en los párrafos anteriores, durante el periodo de mantenimiento no quedan cubiertos los riesgos de incendio, caída de rayo, explosión, fuerza mayor, etc. a no ser que por alguna circunstancia puedan considerarse incluidos en la cobertura definida en los anteriores párrafos.

También puede otorgarse la **Cobertura de Responsabilidad Civil extracontractual**, siempre que ésta se hubiese contratado durante la ejecución de los trabajos, limitándose a cubrir las indemnizaciones por daños a terceros causados por el contratista al realizar los trabajos de mantenimiento o conservación estipulados en el contrato de obras. El contratista que acude a la obra para subsanar defectos durante este periodo necesita protección contra reclamaciones de terceros. Aunque su póliza anual de RC general cubre este hecho, se está volviendo práctica común ampliar al periodo de mantenimiento de la cobertura de RC dentro de la póliza de TRC, pero sólo para las responsabilidades legales del contratista, y no las del promotor.

## ■ Sumas aseguradas

Para cada uno de los conceptos serán las siguientes:

1. **Obra civil.** La suma asegurada corresponde al valor de la construcción en la fecha de finalización de la obra. Debido a que la póliza se contrata antes del comienzo de las obras, la suma asegurada es un valor estimativo. Por ello, si a lo largo de la construcción se observan diferencias -generalmente aumentos a causa de modificaciones o ampliaciones del proyecto-, debe informarse al asegurador para que queden recogidas en el contrato, procediéndose al correspondiente reajuste de prima, y así evitar en caso de siniestro que exista **infraseguro**.

A partir de la suma asegurada se podrá calcular la prima.

Una vez terminada las obras, habrá que revisar las sumas aseguradas para comprobar si han correspondido a los valores efectivos del riesgo. En caso necesario, habrá que reajustar la prima.

El mismo criterio se sigue en el periodo de mantenimiento.

2. **Maquinaria de construcción.** La suma asegurada debe corresponder al **valor de reposición a nuevo** en el momento de iniciarse el seguro, incluidos los derechos de aduana, gastos de transporte y montaje. El asegurador tendrá que indemnizar por los costes de reparación de las piezas de repuesto al precio de compra vigente en ese momento y al coste real de la mano de obra. En las sumas aseguradas no es admisible la depreciación de los valores por años de funcionamiento. Los valores de ciertos elementos deben verificarse con un vendedor de maquinaria de renombre para tener la certeza de que las sumas aseguradas se corresponden con la realidad.

Esto puede llegar a resultar laborioso, puesto que si para proyectos pequeños -que requieren sólo una o dos grúas pequeñas, algunas máquinas ligeras y un almacén de herramientas- no es problema alguno el obtener información, para grandes proyectos resulta necesario disponer de una lista de equipos (e instalaciones), indicando el tipo, fabricante, año de fabricación, número de bastidor y matrícula y el correspondiente valor de reposición a nuevo.

- 3. Equipos de construcción.** La suma asegurada deberá corresponder al **valor real** de los elementos auxiliares utilizados en la construcción y que no se incluyan en el apartado de “Maquinaria de Construcción”. Admite este valor porque la mayoría de los posibles daños son reducidos, y pueden repararse con mano de obra y material locales a costes razonables.

Al liquidar siniestros de equipos e instalaciones, el perito debe tener cuidado de que no se mejore el equipo a costa del asegurador.

## ■ Cláusulas

Las cláusulas son restricciones de la cobertura, y éstas pueden ser necesarias para:

- Limitar los daños que puedan causarse en un solo siniestro.
- Prevenir o reducir la alta probabilidad de ocurrencia del daño, adoptando medidas adecuadas de prevención de siniestros.

Tales cláusulas intentan conseguir que los asegurados cumplan y mantengan ciertas condiciones técnicas. Las cláusulas deben adaptarse a cada obra de forma individual, puesto que las condiciones varían de un proyecto a otro. Por ejemplo, las zanjas abiertas están muy expuestas a los riesgos de la naturaleza: a mayor longitud, más se agrava el riesgo -al someter una mayor extensión de zanja abierta y durante un mayor tiempo a las inclemencias atmosféricas-.

En los casos en que el constructor decida realizar la zanja en toda su longitud, el asegurador no puede obligarle a que tome medidas más precautorias o realice las siguientes obras de acabado, pero sí, mediante la inclusión de una cláusula al respecto -la “cláusula de secciones”-, se puede ajustar el posible siniestro limitando el máximo tramo de obra abierto en función de la longitud, dimensiones, tipo de terreno, así como la posibilidad de acaecimiento de daños por fuerzas de la naturaleza.



## ■ Franquicia

En este tipo de seguro se define la franquicia (para garantías de daños propios y daños a terceros) como *“la cantidad por la que el asegurado es propio asegurador de sus riesgos y en virtud de la cual, en caso de siniestro, soportará con su patrimonio la parte de los daños que le corresponda”*. De manera que, si la cantidad del siniestro es inferior a la cantidad estipulada, la franquicia corre a cargo del asegurado, y si es superior a ésta, el asegurador sólo indemnizará por el exceso de aquella cifra. Si existieran dos o más franquicias aplicables, se tendrá en cuenta exclusivamente la de mayor importe.

Esta participación propia del asegurado varía según el tipo y la magnitud del proyecto de construcción, dependiendo asimismo de los peligros inherentes al lugar.

Se establecen unas franquicias estándar para la obra civil, equipos y maquinaria de construcción -en caso de estar cubiertos-.

Por regla general, suelen acordarse franquicias separadas para:

- La obra, todos los riesgos, excepto peligros de la naturaleza.
- Los peligros de la naturaleza (una franquicia del orden cinco a diez veces mayor).
- Los equipos de obra, con objeto de eliminar al menos los daños menores y de mantenimiento.
- La Responsabilidad Civil de la póliza.

La elevación de estas franquicias, cuando así lo solicite el asegurado, dará lugar a bonificaciones (reducciones) en las primas.

El porqué de la existencia de la franquicia responde a que:

- Se pretende despertar el interés del asegurado en la adopción de medidas preventivas contra daños, al asumir éste una parte razonable de los daños.
- Debido a que se producen numerosos pequeños incidentes que causan pérdidas o daños, se trata de evitar que, debido a las reclamaciones por cada uno de estos sucesos, crezcan de forma desmesurada los gastos de administración tanto del asegurado como del asegurador.

En el caso de que los riesgos de la naturaleza sean un problema en la obra, el asegurador debe intentar que los asegurados se hagan cargo de cantidades superiores para los daños producidos por estos riesgos, motivando así a los asegurados a adoptar medidas adecuadas de prevención.

## ■ Primas

Como en todo seguro, debe quedar definida en la póliza la prima, obtenida producto de la tasa (expresada en ‰) por la suma asegurada.

No existe para el seguro TRC una tarifa con tasas fijas de primas, aplicables en forma general. Esto se debe a que cada construcción tiene que ser analizada de acuerdo a sus características específicas y consideraciones técnicas, que difieren en cada caso.

## ■ Indemnización

Tras la ocurrencia de un siniestro es indispensable para el asegurador que las causas y daños ocasionados se investiguen lo más rápido posible. Para que esto se lleve a buen fin, se necesita que se notifique a la mayor brevedad posible, para que las huellas del suceso no tengan tiempo de desaparecer, para continuar las obras y no se produzca un gran retraso (de hecho se puede penalizar un retraso excesivo).

Para evitar conflictos entre asegurado y asegurador se pueden acordar en la póliza procedimientos de tramitación de siniestros. Éstos suelen ser instrucciones por escrito a la dirección a la obra, dejando perfectamente detallado antes de empezar las obras: a quién debe notificarse cualquier daño que pueda dar lugar a una reclamación, qué datos hay que tener a disposición del inspector de siniestros, y qué detalles ha de indicar el contratista en la factura del siniestro que presenta al asegurador para su ajuste y liquidación.

Por tanto, tras un siniestro, el asegurador tiene que pagar una indemnización al asegurado, reembolsándole los gastos necesarios para reparar los daños ocurridos a los bienes asegurados. Se excluyen los gastos para eliminar defectos que se hubieran presentado, independientemente del siniestro.

En caso de ocurrir un siniestro, las franquicias se deducirán de las indemnizaciones a pagar.

**La suma asegurada representa el límite máximo de la indemnización a pagar por la aseguradora en cada siniestro.**

El seguro no puede ser objeto de enriquecimiento injusto para el asegurado. Para la determinación de daños se atenderá al valor del interés asegurado en el momento inmediatamente anterior a la ocurrencia del siniestro. Por tanto, es importante determinar correctamente el valor asegurado de la obra para no tener que aplicar la **regla proporcional**:

*“Si en el momento de la producción del siniestro la suma asegurada es inferior al valor del interés, la aseguradora indemnizará el daño causado en la misma proporción en que dicha suma cubre el interés asegurado”.*

La correcta determinación de la cifra que se va a asegurar es de gran utilidad para evitar las posibles discusiones derivadas de la aplicación de dicha regla.

Hay un margen, no escrito, de tolerancia del 10% o más.

Las partes, de común acuerdo, podrán excluir en la póliza, o con posterioridad a la celebración del contrato, la aplicación de la regla proporcional.

**Sobreseguro:** Si la suma asegurada supera notablemente el valor del interés asegurado, cualquiera de las partes podrá exigir la reducción de la suma y de la prima, debiendo restituir la compañía aseguradora el exceso de las primas percibidas. Si se produjera el siniestro, la compañía aseguradora indemnizará el daño efectivamente causado, siempre que no se deba a mala fe del asegurado.

Algunas coberturas optativas se contratan con un límite máximo de indemnización por siniestro y/o por la duración de la obra. Por ejemplo, los daños por hechos de carácter político-social, en especial el terrorismo, se limitan a un porcentaje del valor de la obra o a una cantidad concreta, los daños a bienes preexistentes, etc.

### **3.2.2. PÓLIZAS ABIERTAS**

Las empresas constructoras de cierto volumen pueden hacer uso de las ventajas que proporciona la contratación de una póliza abierta (“Contrato General”) que no cubre un riesgo en concreto, sino todas las obras que el contratista realice, previa comunicación de sus características técnicas, y que ofrece ventajas interesantes para asegurado y asegurador. La condición es que estas obras tengan características más o menos homogéneas y se realice un número suficiente de ellas (por ejemplo, coste inferior a una cierta cifra, no utilización de ciertas técnicas de cimentación, etc.).

Este sistema supone ventajas tales como una mayor sencillez administrativa, simplificación de la gestión, en ocasiones una ayuda financiera -al pagarse habitualmente la prima en plazos uniformes, con regularización anual-, abaratamiento del coste y un descuento en la prima al finalizar el ejercicio de acuerdo al volumen contratado.

Es necesario que las condiciones particulares sean cuidadosamente estudiadas.

### 3.2.3. EL CONTRATO DE SEGURO

En general, es el documento o póliza, suscrito con una entidad de seguros en el que se establecen las normas que han de regular la relación contractual de aseguramiento entre ambas partes (asegurado y asegurador), especificándose sus derechos y obligaciones respectivos.

En la póliza, la aseguradora cubre las prestaciones correspondientes a cada una de las coberturas del seguro cuya inclusión figure expresamente recogida en las Condiciones Particulares, dentro de los límites establecidos y con arreglo a las Condiciones Generales comunes a todas las coberturas y las Condiciones Generales específicas de aquéllas que se garanticen en cada caso:

- Condiciones generales: Reflejan el conjunto de principios básicos que establece el asegurador para regular todos los contratos de seguro que emita en el mismo ramo o modalidad de garantía: normas relativas a la extensión y objeto del seguro, riesgos excluidos con carácter general, forma de liquidación de siniestros, pago de indemnizaciones, cobro de recibos, etc.
  
- Condiciones particulares: Recogen aspectos concretamente relativos al riesgo individualizado que se asegura: nombre y domicilio de las partes contratantes y designación del asegurado y beneficiario, en su caso, concepto en el cual se asegura, naturaleza del riesgo cubierto, designación de los objetos asegurados y de su situación, suma asegurada o alcance de la cobertura, importe de la prima, recargos e impuestos, vencimiento de las primas, así como lugar y forma de pago y duración del contrato, con expresión de cuándo comienzan y terminan sus efectos.
  
- Condiciones especiales: Matizan o perfilan el contenido de algunas normas recogidas en las Condiciones Particulares o Generales: establecimiento de franquicias a cargo del asegurado, supresión de algunas exclusiones e inclusión de otras nuevas, etc.

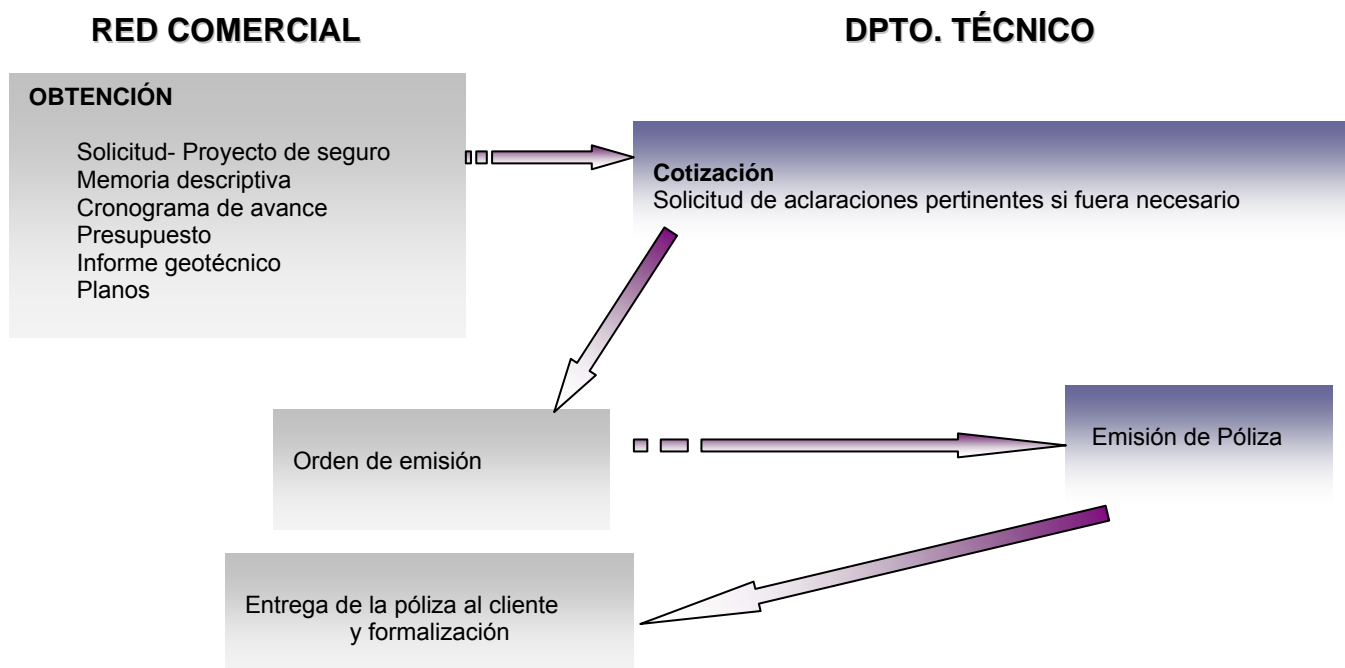
---

## 4. PROCESO DE CONTRATACIÓN DE UNA PÓLIZA TRC

---

### 4.1. SUSCRIPCIÓN DE UNA PÓLIZA. PROCESO DE TARIFICACIÓN

De manera esquemática, el proceso de contratación de un seguro TRC, sería:



Como se ve en el proceso, una vez que se solicita el seguro el suscriptor realiza la cotización de los bienes asegurados.

El objetivo final de esta cotización es la determinación de la tasa en tanto por mil (‰) que se aplica sobre el capital asegurado para obtener la **prima pura o de riesgo**, de acuerdo con cada tipo de riesgo, y la prima (expresada en unidades monetarias) de la póliza del Seguro de Construcción, proceso que se denomina **tarificación de la obra asegurada**.

Existe gran variedad de obras de construcción (edificios, puentes, presas, etc.), por lo que no es posible establecer una tarifa fija para el seguro TRC, que dependerá del tipo de obra que se esté asegurando.

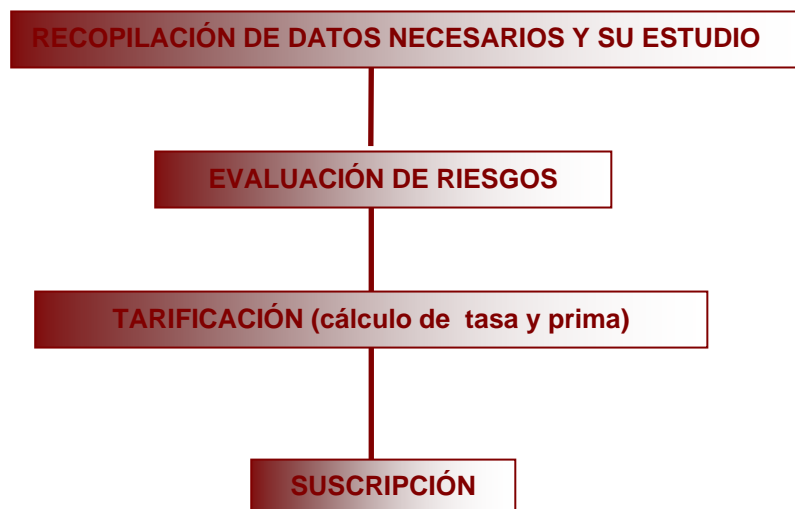
Además, como ya se indicaba en apartados anteriores, aparte de la cobertura de Daños a la Obra, existen otras coberturas (Responsabilidad Civil extracontractual, Periodo de Mantenimiento, Maquinaria de Construcción y Equipos de Construcción) de carácter opcional, que pueden incluirse en la póliza del seguro TRC.

Por todo ello, según el tipo de obra de construcción (características técnicas y aseguradoras de la misma) y según cuales sean las coberturas incluidas se determinará una tasa (expresada en ‰), de manera que se obtenga para:

- Cobertura de Daños a la Obra → Tasa  $T_{DO}$  (‰)
- Cobertura de Periodo de mantenimiento → Tasa  $T_{PM}$  (‰)
- Cobertura de Responsabilidad Civil → Tasa  $T_{RC}$  (‰)
- Cobertura de Maquinaria de construcción → Tasa  $T_{MAQ}$  (‰)
- Cobertura de Equipo de Construcción → Tasa  $T_{EQ}$  (‰)

Con estas tasas y las sumas aseguradas, en cada caso, se determinará la prima neta.

El proceso de tarificación, y por tanto el proceso de suscripción, sigue una serie de fases o etapas que se describen a continuación:



#### 4.1.1. DATOS NECESARIOS PARA EL SUSCRIPTOR

Para que se pueda cotizar de forma adecuada el riesgo, es necesario que al asegurador se le permita el acceso a la obra, a los contratos de construcción, planos y memorias descriptivas del proyecto, a los *planning* de obra y a todo documento que se considere necesario.

Cuanto más completos sean los datos de que se disponga, con mayor precisión se podrá juzgar el riesgo y tanto más equitativa resultará la prima para el contratante del seguro.

Por tanto, el proceso de tarificación comienza con la aportación, una vez solicitado el seguro TRC por parte del asegurado, de toda la documentación y datos que la aseguradora considere necesarios:

#### **Para las coberturas de Daños a la Obra, Responsabilidad Civil extracontractual y Periodo de mantenimiento:**

- Condiciones geográficas y climáticas de la zona donde se realizará el proyecto.
- Descripción detallada del proyecto que se va a asegurar, datos que se obtendrán del proyecto (estudio geotécnico, memoria, planos, etc.). Para tener idea de las características de las obras, métodos constructivos, etc.
- Estudio y ubicación de las infraestructuras existentes.



- Cronograma de avance de las obras, en el cual se analizarán los periodos de máxima exposición de las obras. Por ejemplo, en la construcción de un edificio no es lo mismo que la cimentación se realice en invierno (donde la probabilidad de lluvias intensas es mayor, por lo que aumenta el riesgo de inundación o derrumbe de zanjas con la consiguiente reparación y posible retraso de las obras) o que se realice en verano.

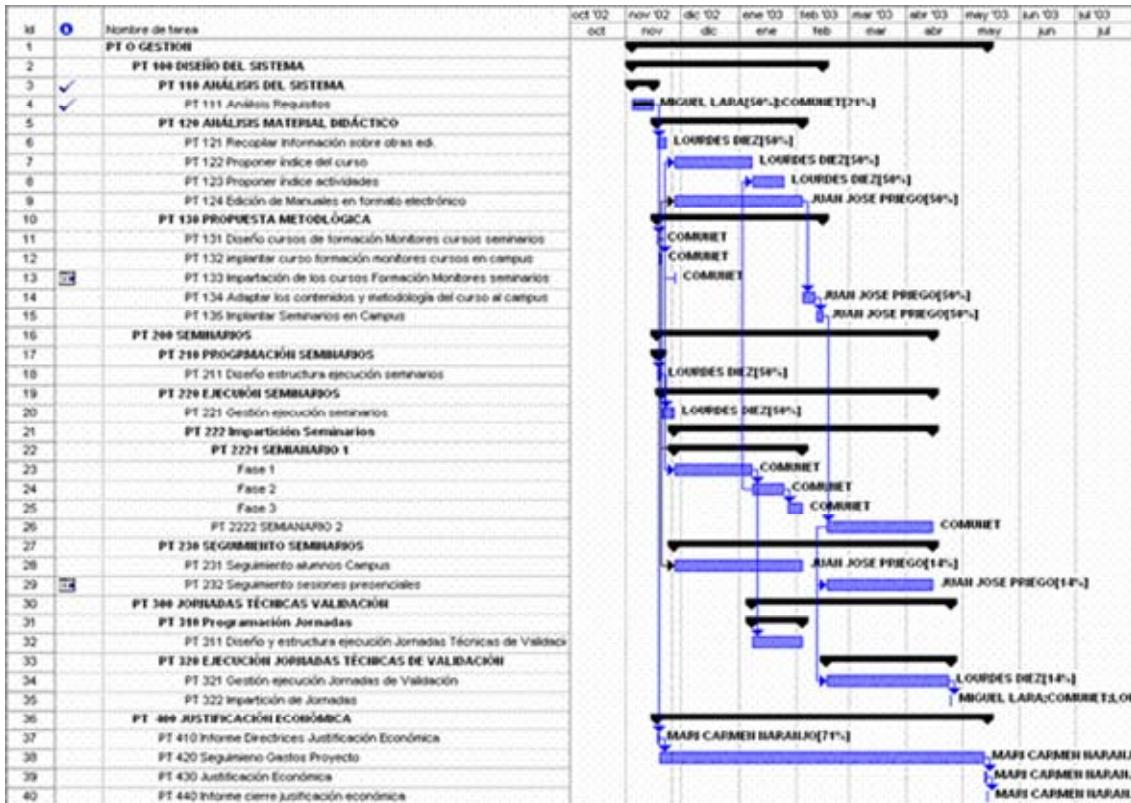


Diagrama de Gantt

- Intervinientes en la obra y sus responsabilidades en la misma. Para analizar quienes serán las partes aseguradas.
- Valor de la obra, entendiendo como tal, el valor de los bienes expuestos al riesgo, el cual nos da una idea de a cuánto asciende el daño en caso de ocurrir algún siniestro. Para el suscriptor es útil que las cantidades de los bienes expuestos aparezca en el cronograma de avance, para así saber en cada momento qué cantidad es la expuesta al riesgo.
- Tipo de obra, puesto que cada obra tendrá unos riesgos específicos además de los comunes.
- Periodo normal de construcción (PNC). Expresado en meses, es el periodo de ejecución estimado, según el tipo de obra.
- Periodo declarado. Expresado en meses, es el periodo de ejecución de la obra previsto en el contrato inicial, según el cronograma de trabajos.



### Para cobertura de Maquinaria de Construcción:

- Características técnicas de toda la maquinaria utilizada en la obra.

### Para cobertura de Equipo de Construcción:

- Características técnicas del equipo de construcción utilizado.

El suscriptor analizará la información recibida e irá extrayendo de su análisis los datos necesarios para la suscripción.

Estos aspectos permitirán:

- Evaluar los riesgos, y con ello determinar si un proyecto presenta riesgos asumibles -dentro de lo que cabe- o por el contrario tiene que ser asegurado en condiciones especiales para compensar una exposición extraordinaria. Por ejemplo, si un proyecto se sitúa en una zona propensa a vientos huracanados se podrá asegurar, pero el suscriptor fijará tasas, límites de indemnización y franquicias elevadas para poder asumir el riesgo.
- Determinar la tasa correspondiente en función de la cobertura, y a partir de de ella calcular la prima neta de la póliza del seguro TRC.

#### **4.1.2. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CÁLCULO DE LA TASA DE LA OBRA**

La suscripción implica una evaluación que permita tratar los factores de riesgo de la obra asegurada y en función de ella realizar la consecuente tarificación que permita calcular la prima.

Es importante destacar que, en este tipo de obras, es frecuente que estén compuestas por **una o varias unidades de obra**. En el segundo caso, los riesgos para cada unidad de obra no tienen por qué coincidir. Por ejemplo, si la obra es un “tramo de autopista”, ésta podría estar formada por distintas unidades de obra: la carretera a cielo abierto, un túnel y varios puentes. Los factores de riesgo determinantes que se deben analizar en tramo a cielo abierto, no coincidirán con los del túnel o los de los puentes. Así, en el tramo de carretera a cielo abierto, un factor causante de muchos siniestros puede ser “la inclinación del talud” mientras que en el análisis de los riesgos en un puente, un factor agravante en la consecución de un siniestro podría ser “el tipo de puente”, factor que en carreteras a cielo abierto ni siquiera existe o de existir no tendría por qué tener la misma importancia.

Por lo tanto, en estos casos, se hará una evaluación de riesgos y cálculo de tasa independiente de cada unidad de obra, a partir de las cuales se determinará -mediante la suma ponderada de todas ellas- la tasa total de la obra completa con la que determinar la prima correspondiente, como veremos más adelante.

Se ve a continuación cómo se desarrolla el cálculo de tasa según cobertura:

## 1. Evaluación de riesgos

Los riesgos objeto de evaluación son:

### 1.1. Factores técnicos del riesgo

Un factor que se debe tener en cuenta es el **riesgo técnico** inherente a las obras durante las sucesivas etapas de construcción, es decir, su propensión a desplomes, inclinación por asentamiento, incendios, etc. La exposición no sólo depende del diseño, sino también del método de construcción elegido.

Estos factores de riesgo se clasifican en función de si se tienen que considerar siempre -independientemente del tipo de obra-, o por el contrario sólo afectan según el tipo de obra que se asegure en: **genéricos y específicos**.

#### *- Factores genéricos*

Sea cual sea el tipo de obra que se va a asegurar, deben ser tenidos en cuenta, pudiendo -según sea el caso- modificar la tasa inicial.

Un ejemplo de factor genérico sería la "calidad del terreno", pues independientemente de qué obra aseguremos, podrá influir en la tasa, ya que si el terreno es muy firme no habrá problemas de asentamiento, etc., por lo que la tasa podrá o no modificarse en función del tipo de obra, mientras que si estamos ante un terreno expansivo, aumentarán las consecuencias y la probabilidad de un siniestro que afecte a parte o a la totalidad de la obra, circunstancia que quedará reflejada en un incremento de la tasa (también de acuerdo con el tipo de obra).

Los factores normalmente considerados son: calidad y tipo del terreno, hidrografía, etc.

### - Factores específicos

Cada tipo de obra tiene una serie de aspectos técnicos particulares que la definen. Así, por ejemplo, aspectos específicos en un edificio pueden ser: “número de sótanos”, “tipo de cimentación”, “luz máxima de los vanos”, etc., mientras que en una presa, otros aspectos serán los que caractericen a esta obra, “tipo de presa”, “dimensiones de la misma”, “profundidad de excavación”, etc.

Multitud de estos aspectos técnicos, específicos para cada tipo de obra, influyen -unos más que otros- en la ocurrencia y consecuencias de un siniestro durante la ejecución de la obra. Por ejemplo, en una carretera, hay factores tales como la inclinación del talud, las dimensiones de la calzada, la profundidad de la excavación, la altura máxima de los muros de contención, etc. Los factores técnicos específicos engloban al conjunto de dichos aspectos técnicos -particulares para cada tipo de obra- que adquieren especial importancia tanto en la probabilidad de ocurrencia de un siniestro como en sus consecuencias (económicas, daños personales, etc.) en caso de que se produzca. De manera que, de esta multitud de factores, se seleccionan sólo los que más influencia tengan, basándose en la experiencia de siniestros ocurridos en obras similares y en datos estadísticos.

Por ejemplo, si la obra que se va a asegurar es una conducción, los factores específicos que deben analizarse serían “el número de secciones abiertas” o “la longitud de las secciones abiertas”, por la posibilidad de que, en caso de inundación, al existir tantos frentes abiertos y tan largos, se pudiera perder gran parte de la obra siniestrada, pudiendo ser las consecuencias económicas muy elevadas. Por ello, sería importante analizar estos factores siempre en este tipo de obras, reflejándose en un incremento de la tasa. Por el contrario, si la obra que se va a asegurar es un puente, estos factores no influirían, siendo otros tales como “la máxima longitud de cada vano” “tipo de puente”, etc., los factores que pudieran ser más agravantes en caso de ocurrir un siniestro, o aumentar la probabilidad de que éste ocurra.

Por ello según el tipo de obra, se analizarán aspectos tales como:

- Características y materiales empleados en la construcción.
- Métodos de construcción.
- Factores de seguridad en el programa de construcción.
- Adopción de medidas de seguridad suficientes en la ejecución de los trabajos.

## 1.2. Factores aseguradores

También las coberturas o ciertos aspectos aseguradores pueden influir en la tasa, incrementándola o disminuyéndola, según el caso. Entre otros factores influyen:

### - *Recargos por coberturas complementarias*

Con carácter opcional, se pueden incluir ciertos aspectos tales como honorarios profesionales, operaciones de desescombro en caso de siniestro, etc. Como se ha descrito en el apartado correspondiente, éstos suponen un recargo de la tasa al asumir más riesgos que si sólo se incluye la cobertura básica.

### - *Valoración del suscriptor*

Influyen en la tasa la experiencia y valoración del tomador del seguro. Por ejemplo, si se trata de asegurar una presa, y la empresa y el personal que van a intervenir tienen experiencia suficiente en obras similares, un buen equipo de profesionales, etc. esto puede influir positivamente y reflejarse en una disminución de la prima. Por el contrario, si la empresa o el equipo que van a participar no han realizado obras similares, se tiene constancia de problemas de ejecución, siniestros por negligencia, profesionales sin experiencia, etc., esto provocará un incremento de la prima.

De forma que esto supone un recargo/descuento sobre la tasa.

### - *Modificación de las franquicias*

Según el tipo de unidad de obra, se pueden incluir franquicias en función del riesgo y de la suma asegurada.

Éstas pueden asignarse tanto para factores relacionados con la propia obra como para coberturas complementarias. Así, hay franquicias en función del riesgo (para la construcción de túneles, viaductos, etc.), en riesgos de la naturaleza, de mantenimiento, pruebas, de coberturas complementarias (huelga, motín, conmoción civil, terrorismo, bienes preexistentes, robo, etc.), así como otros que en cada caso se consideren necesarios.

## 2. Determinación de tasa y prima de daños materiales

### 2.1. Tasa de cobertura de Daños a la Obra ( $T_{DO}$ )

Sea para la obra en conjunto o para cada unidad de obra, según los datos analizados (tipo de obra, periodo de ejecución, etc.) se le asigna una tasa denominada **tasa inicial** (expresada en ‰), de la que se parte para el cálculo.

Esta tasa inicial es la mínima posible. Dependiendo de las características específicas de la obra asegurada, esta cantidad puede verse modificada, bien incrementándose si las características de la obra agravan las situaciones de riesgo (**recargo**), o bien disminuyéndose si las particularidades de la obra reducen las consecuencias o posibilidades de situaciones de riesgo (**descuento**), pero el resultado final nunca debe ser inferior a la tasa inicial.

Tales circunstancias que suponen un **recargo/descuento** en la tasa inicial antes determinada se deben cuantificar para considerar (expresándolos o bien en % sobre la tasa anteriormente calculada o en tasas específicas expresadas en ‰) los principales factores técnicos de riesgo que puedan aparecer (factores genéricos y específicos) y los factores aseguradores, puesto que éstos influyen en la tasa y prima a determinar.

- Tasa final para cada unidad de obra ( $T_i$ )

Para cada unidad de obra, con la tasa inicial y los recargos/descuentos considerados, se obtiene la tasa final ( $T_i$ ), consistente en:

$$T_i = \text{Tasa inicial (‰)} \pm \text{recargos/descuentos (‰)} \text{ debidos a factores técnicos y factores aseguradores}$$

- Tasa final de daños a la Obra (todas las unidades de obra) ( $T_{DO}$ ):

La tasa final de Daños a la Obra completa se calcula como media ponderada de las tasas de cada unidad de obra:

$$\text{OBRA} \left\{ \begin{array}{l} 1^{\text{a}} \text{ unidad de obra} \quad T_1 = \text{Tasa (‰)} ; \text{ Suma asegurada} = SA_1 (\text{€}) \\ 2^{\text{a}} \text{ unidad de obra} \quad T_2 = \text{Tasa (‰)} ; \text{ Suma asegurada} = SA_2 (\text{€}) \\ \vdots \\ n^{\text{a}} \text{ unidad de obra} \quad T_n = \text{Tasa (‰)} ; \text{ Suma asegurada} = SA_n (\text{€}) \end{array} \right. \\ T_{DO} (\text{Tasa final}) = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \times SA_i}{\sum_{j=1}^n SA_j}$$

Donde:

$T_i$  = Tasa calculada para cada unidad de obra.

$SA_i$  = Suma asegurada de cada una de las unidades de obra.

$T_{DO}$  = Tasa final de Daños a la Obra completa.

Si la obra está compuesta por una única unidad de obra, entonces la tasa calculada para esa unidad de obra ( $T_i$ ) coincide con la tasa de la obra completa, es decir:  $T_{DO} = T_i$ .

## 2.2. Tasa de cobertura de cobertura de Periodo de Mantenimiento ( $T_{MP}$ ):

En caso de incluirse una cobertura de Periodo de Mantenimiento, sea cobertura de mantenimiento limitado o amplio, esto supondrá un incremento de la tasa de Daños a la Obra, expresada en un (y)% sobre la tasa final de Daños a la Obra ( $T_{DO}$ ).

$$T_{MP} = y\% \times T_{DO}$$

## 2.3. Tasa de cobertura de Responsabilidad civil extracontractual ( $T_{RC}$ )

En esta cobertura la tasa se calcula de forma independiente a la tasa de Cobertura de Daños a la Obra.

Al igual que ocurría con la tasa de Daños a la Obra, se parte de una tasa inicial ( $T_i$ ) (‰), valor que vendrá determinado en función del límite de indemnización que es necesario imponer en este tipo de coberturas. La tasa inicial puede verse modificada en función de ciertos factores que pueden intervenir, suponiendo un recargo/descuento en esta tasa inicial.

Estos factores pueden ser **incrementales**, (suelen ser expresados mediante una tasa específica in ‰), y son debidos a:

- Situación de la obra en lugar de tráfico (intenso, escaso, etc.)
- Aseguramiento parcial de la construcción.
- Existencia de edificios próximos (incluyendo colindantes).
- Inclusión de Responsabilidad Civil Cruzada, etc.

También pueden variarse debido a una **modificación de la franquicia**. En función del tipo de riesgo habrá franquicias estándar. Algunos puntos determinantes del riesgo pueden tener franquicias específicas del riesgo. Toda modificación de la franquicia puede suponer un incremento o descuento sobre la tasa básica.

- Tasa final de cobertura de RC extracontractual ( $T_{RC}$ ):

$$T_{RC} = T_i (\text{‰}) \pm \text{recargos / descuentos (\text{‰})}$$

#### 2.4. Tasa final conjunta de Daños Materiales

Considerando las tres tasas mencionadas anteriormente:

- Tasa Daños a la Obra ( $T_{DO}$ )
- Tasa de cobertura de Mantenimiento ( $T_{PM}$ )
- Tasa de Responsabilidad Civil ( $T_{RC}$ ).

En caso de existir estas tres coberturas, la **tasa final** ( $T_{DM}$ ) será la suma de las tres. Por tanto:

$$T_{DM} = T_{DO} + T_{PM} + T_{RC}$$

### 3. Tarifificación de cobertura de Maquinaria de Construcción

Las tasas para la Maquinaria de Construcción, en cambio, suelen calcularse sobre una base anual. Se trata, en esencia, de cuotas en promedio en las cuales generalmente ya se ha tomado en cuenta el hecho de que no todas las máquinas son utilizadas durante todo el periodo de construcción.

La tasa de la cobertura de Maquinaria de Construcción se determina de forma independiente a la de Daños a la Obra. La tasa, expresada en ‰ para periodos anuales ( $T_i$ ), está en función del tipo de máquina.

Para cada maquinaria, las tasas están cuantificadas para periodos anuales. En caso de que la maquinaria esté en obra por un periodo de tiempo superior a un año, se incrementa la tasa ( $T_i$ ) -se suele calcular a *pro rata temporis*-. Por tanto, la tasa final  $T$  será igual al producto de  $T_i$  (‰) por el incremento.

En caso de periodos inferiores al año se favorece la tasa, disminuyéndola, para lo que se multiplica por un factor de reducción en función de los meses en obra ( $T$  será igual a  $T_i$  (‰) multiplicada por el factor reductor de descuento).

- *Franquicia*

Para cada maquinaria con franquicia predeterminada estándar, se puede modificar esta **franquicia**. Esta variación influirá en la tasa, valor que vendrá expresado en % sobre la tasa T (T = tasa inicial multiplicada por las posibles variaciones por permanencia de la maquinaria en obra, superior a un año o inferior a un año).

- *Tasa final por cobertura de Maquinaria ( $T_{MAQ}$ ):*

$$T_{MAQ} = T_i \pm \text{modificación de la franquicia (\%o)}$$

#### 4. Tarifificación de cobertura de Equipo de Construcción

Las tasas de prima para el Equipo de Construcción pueden calcularse ya sea para la vigencia total de la póliza, o bien en forma anual.

El equipo de construcción se analiza generalmente de forma global, y se le asigna una tasa anual, cuantificada en un valor fijo expresado en X‰ anual.

La tasa del Equipo de Construcción es anual, por lo que se debe tener en cuenta el tiempo de permanencia en obra del equipo, que coincide con el periodo de ejecución de la obra (expresado en años y no en meses). Por tanto, la tasa de cobertura de Equipo de Construcción sería:

$$T_i = X\%o \times \text{Periodo ejecución de obra (años)}$$

- *Franquicia*

Además, con franquicia predeterminada estándar se puede modificar esta franquicia. Esta variación influirá en la tasa en función del incremento de la franquicia y expresado en (t)% sobre la tasa  $T_i$  calculada en el apartado anterior .

- *Tasa final para Equipo de Construcción ( $T_{EQ}$ ):*

$$T_{EQ} = T_i \pm \text{modificación de la franquicia (\%o)}$$



## 5. Determinación de la prima neta de la obra total

### 5.1. Prima neta conjunta de Daños Materiales ( $P_{DM}$ )

La prima conjunta de Daños Materiales se obtiene de la siguiente manera:

$$P_{DM} = \text{Suma asegurada} \times \frac{T_{DM}}{1.000}$$

Siendo  $T_{DM}$  la tasa final conjunta de Daños Materiales (ver Sección 2.4)

### 5.2. Prima neta de Maquinaria de Construcción ( $P_{MAQ}$ )

Para determinar la **prima anual total**, se debe determinar la prima para una de las máquinas aseguradas ( $P_i$ ) según la siguiente fórmula:

$$P_i = \text{Suma asegurada} \times \frac{T_{MAQi}}{1.000}$$

Siendo  $T_{MAQi}$  la tasa final de cada máquina (ver Sección 3)

Por tanto, la prima final para este concepto será la siguiente:

$$P_{MAQ} = \sum_{i=1} P_i$$

### 5.3. Prima neta Equipo de Construcción ( $P_{EQ}$ )

En este caso, la prima se calcula de la siguiente manera:

$$P_{EQ} = \text{Suma asegurada} \times \frac{T_{EQ}}{1.000}$$

Siendo  $T_{EQ}$  la tasa final para la cobertura de equipo de construcción. (Ver Sección 4)

#### 5.4. Prima neta de la obra

La prima neta de la obra ( $P_{NO}$ ) es el resultado de la adición de las tres primas anteriores, es decir:

$$P_{NO} = P_{DM} + P_{MAQ} + P_{EQ}$$

#### 4.1.3. INSPECCIONES Y PREVENCIÓN DE SINIESTROS

La experiencia demuestra que la verdadera situación de riesgo se obtiene de las **inspecciones periódicas** a las obras durante su ejecución, debiendo programarse las visitas de manera que coincidan con las fases cruciales. Es importante, además, inspeccionar el lugar antes de suscribir la póliza.

En cada inspección los trabajos a realizar son:

- Verificar la información escrita con los hechos reales y rellenar las lagunas en cuanto a la evaluación de riesgos.
- Juzgar el orden general y la organización en la obra, y solicitar las mejoras necesarias para eliminar riesgos anómalos.
- Revisar las medidas de prevención de siniestros y recomendarle al director de obra la adopción de otras complementarias.



**Visita a obra durante la colocación de las dovelas en un túnel**

La primera visita es la que mejor permite darnos una idea de la obra y sirve de base para evaluar el riesgo. Las posteriores visitas periódicas tienen como finalidad la prevención de siniestros o la gestión de riesgos en general, observar si todo se adecua al proyecto, si hay modificaciones, cómo afectan a los riesgos, las medidas de seguridad, etc. Es importante insistir en el orden y organización, aspectos que mejor contribuyen a dicha prevención.