

RESUMEN TEMA 12 GRUPO INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE.**SUBGRUPO 1 CARRETERAS****TÚNELES EN CARRETERAS (II)****1. TÚNELES EN CARRETERAS (II): MANTENIMIENTO DE TÚNELES DE CARRETERAS.**

Un túnel se define como un “Paso subterráneo abierto artificialmente para establecer una comunicación”. El túnel surge de la necesidad de superar un obstáculo natural, generalmente un macizo montañoso, o bien un entorno urbano. En España existen aproximadamente más de 700 tubos de túneles de carretera, gestionados por las distintas administraciones, de los que el 70% corresponde a la RCE, y un 15% gestionados por las CC.AA. y otro 15% son túneles urbanos

Concretamente, en la RCE, con los últimos datos disponibles del Seminario de túneles 2019 celebrado en Oviedo, se encuentran en servicio **354 túneles, con una longitud aproximada de 304 km**, lo que supone algo **más del 1% de la longitud de la RCE**. Aunque no existe un elevado número de túneles de los que se conocen como de gran longitud, si que se cuenta con 14 de ellos con una longitud superior a los 3 km.

Los elementos estructurales y los equipos técnicos necesitan una conservación permanente **con el objeto de** garantizar a los usuarios unas condiciones seguras de conducción al mantenimiento del túnel en los niveles de seguridad para los que han sido diseñados. **Las operaciones de** mantenimiento de los equipamientos **se pueden clasificar en dos grupos:**

✚ **Medidas preventivas**, que se llevan a cabo en intervalos predeterminados con el objetivo de mantener los equipamientos en buen estado de funcionamiento. El mantenimiento preventivo tiene la ventaja de evitar, en la medida de lo posible, fallos imprevistos, siendo así más fácil planificarlo con antelación. Si las intervenciones son muy frecuentes ello puede conllevar elevados costes por lo que es necesario optimizar adecuadamente las actuaciones. Hay dos tipos de mantenimiento preventivo: **mantenimiento sistemático y mantenimiento predictivo.**

✚ **Acciones correctivas**, que se realizan cuando un sistema o una de sus partes se ha averiado o dañado. El mantenimiento correctivo tiene la ventaja de poder utilizar el equipamiento durante toda su vida útil. Sin embargo, tiene la desventaja de que no se puede planificar por lo que las reparaciones de emergencia conllevan normalmente un sobrecoste importante y consecuencias para el nivel de tráfico.

Se recomienda usar el mantenimiento preventivo siempre que sea posible, especialmente para aquellos equipamientos que no son redundantes y estén relacionados con la seguridad. El mantenimiento preventivo **permite la planificación conjunta de las diferentes tareas de conservación** coincidiendo con los cierres del túnel al tráfico. Además, ayuda a mantener los equipamientos en un buen estado de funcionamiento. Cabe señalar sin embargo que aun cuando se realice un buen mantenimiento preventivo, **el explotador no podrá evitar las intervenciones correctivas, pero sí reducir sus costes.**

El **Coste del Ciclo de Vida (LCC, iniciales en inglés)** de los equipamientos se ha convertido en un tema importante para el correcto mantenimiento y explotación de los túneles. El buen conocimiento del Ciclo de Vida ayuda a optimizar los costes de inversión en las primeras etapas del proyecto de un sistema. También es útil para organizar el mantenimiento periódico del equipamiento.

Otro concepto importante relacionado con el mantenimiento y que desarrollaremos posteriormente, es el del **control del mantenimiento**, que, en el sentido más amplio, tiene como objetivo garantizar que las actuaciones realizadas permitan el funcionamiento satisfactorio del equipo optimizando los recursos financieros disponibles. Una evaluación puede llevarse a cabo mediante la realización de **inspecciones técnicas** en períodos específicos:

- ✓ En la puesta en marcha del equipo (**inspección inicial**),
- ✓ Durante la fase de explotación del túnel (**inspecciones periódicas**): cuyos resultados permiten verificar que el mantenimiento es el adecuado y que el presupuesto disponible para ello permite alcanzar los objetivos establecidos.

Asimismo, destacar la importancia del **mantenimiento invernal** de los túneles, **y la necesidad de intensificar y planificar las actuaciones de mantenimiento para garantizar la seguridad de la circulación en el interior del túnel y en sus accesos**. Un ejemplo de esto podría ser, ante la problemática de formación de carámbanos o estalactitas, llevar a cabo **medidas de mantenimiento preventivo** como programas para identificar y sellar fugas y filtraciones, control de las juntas de estanqueidad; y **medidas de mantenimiento correctivo** como localización de carámbanos y estalactitas y llevarse a cabo operaciones de deshielo cuando sea necesario porque la seguridad del usuario esté en peligro.

Finalmente, y por su estrecha relación con el mantenimiento, es importante hacer una breve mención a la **explotación**, que comprende todas las operaciones de gestión necesaria para mantener los niveles de servicio de túneles para cumplir con las condiciones para las que está proyectado.

La normativa en vigor en materia de seguridad y explotación de túneles está conformada básicamente por el **RD 635/2006 sobre requisitos mínimos de seguridad de túneles en la RCE**, la **Orden 33/2013 sobre el Manual de Explotación de túneles de la RCE**, y la **Orden Circular 27/2008 sobre metodología de inspección de túneles**, de las que hablaremos posteriormente.

En el RD se define el **Manual de Explotación** como el documento donde quedan reflejadas todas las instalaciones del túnel para una explotación segura y eficiente, así como las tareas de mantenimiento y control de la instalación (permanentes, periódicas y ocasionales). Su elaboración **en fase de proyecto** (actualizable en posteriores fases de construcción y explotación) será responsabilidad del **Gestor del Túnel**, con dictamen por parte del **Responsable de Seguridad** y aprobado por el **Director General de Carreteras**. En el Anexo II del RD se especifica el contenido del Manual en **fase de Proyecto**, en **fase de Construcción** y en **fase de Servicio**.

2. PLAN DE ADECUACIÓN DE TÚNELES AL R.D. 635/2016

La Disposición Transitoria tercera del RD 635/2006, establece que la Dirección General de Carreteras como gestor de los túneles de carreteras del Estado propondrá a la Autoridad Administrativa, que es el Secretario de Estado de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, el **PLAN DE ADECUACIÓN DE LOS TÚNELES** a lo dispuesto en el RD 635/2006.

En la actualidad, la **puesta en práctica** del cumplimiento de los requisitos recogidos en este RD 635/2006 llevó en 2007 a la aprobación del **Plan de Adecuación de los túneles de la RCE**, el cual se ha ido actualizando. **A la fecha actual, se contabilizan 354 túneles con una longitud total de 303,8 km. Se pueden clasificar en función del sistema de gestión:**

- ✚ **Gestión Directa por la DGC: 310 túneles**
- ✚ **Gestión Indirecta en régimen de concesión: 44 túneles**
 - **Autopistas de peaje: 41**
 - **Autovías de 1ª Generación: 3**

Y en función de la aplicabilidad de la normativa legal, también los podemos clasificar:

1. **Los que pertenecen a la Red Transeuropea: son un total de 163 túneles**
 - a. Tienen una longitud > a 500 m y por tanto les resulta de aplicación directa las obligaciones de la Directiva: **son un total de 77 túneles**
 - b. Tienen una longitud < a 500 m y por tanto les resulta de aplicación directa las obligaciones del Real Decreto: **son un total de 86 túneles**
2. Resto de túneles que no están incluidos en la RTE, pero que les resulta de aplicación directa las obligaciones de la Resolución de 2007: **son un total de 191 túneles**

Según los últimos datos publicados, actualmente ya hay 131 túneles adecuados.

Respecto a la situación de los proyectos en redacción de los túneles gestionados directamente por la DGC, se han establecido **tres niveles de prioridad**, en función de la clasificación anterior:

- ✓ **Prioridad 1:** Con algún túnel en la RTE y $L > 500$ m: 23 Proyectos (81 túneles)
- ✓ **Prioridad 2:** Con algún túnel en la RTE y $L < 500$ m: 10 Proyectos (42 túneles)
- ✓ **Prioridad 3:** Resto de proyectos: 20 Proyectos (68 túneles)

La inversión inicial estimada para la adecuación de los túneles directamente gestionados por el Estado es de casi 412 millones de euros.

3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO EN TÚNELES DE LA RCE.

La Directiva 2004/54/CE establece la necesidad de realizar análisis de riesgo en túneles. Por su parte, el RD 635/2006 establece que, para garantizar la homogeneidad, fiabilidad y coherencia de estos análisis, la Autoridad Administrativa debería aprobar una metodología para la realización de estos análisis. Esta **METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO EN TÚNELES DE LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO (MARTE)**. Fue aprobada por Resolución del Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda de 30-05-2012.

Así, hay que destacar que el Manual de Explotación debe incluir siempre un **ESTUDIO ESPECÍFICO DE RIESGO**, que deberá describir los posibles accidentes que afecten claramente a la seguridad de los usuarios de los túneles y sus consecuencias, así como las medidas para reducir la probabilidad de los accidentes y sus consecuencias.

Por otro lado, el **ANÁLISIS DE RIESGO** se define como un proceso en el que se realiza un estudio pormenorizado de los riesgos asociados a la explotación de un determinado túnel y se concluye con una evaluación o determinación cuantitativa o cualitativa de los mismos, que debe permitir decidir al gestor bajo qué condiciones se desarrollará la explotación del túnel en función de la comparación de su nivel de riesgo con unos patrones de referencia.

Este análisis de riesgo se elaborará cuando el túnel presente especiales características en cuanto a sus parámetros de diseño o equipamiento o circunstancias especiales en su explotación. Como ejemplos recogidos expresamente en el RD 635/2006 tenemos:

- Pendientes superiores al 3%
- Anchura del carril derecho inferior a 3,5 m
- Ventilación y demás medidas de seguridad insuficientes

y deberá ser **aprobado por la Autoridad Administrativa**, de forma conjunta o independiente del Manual de Explotación del túnel.

Hay que destacar que estos análisis de riesgo pueden ser **cuantitativos o cualitativos**, y que **salvo circunstancias excepcionales en la RCE serán cuantitativos**.

Y centrándonos en la **metodología MARTE**, en la misma se recogen dos métodos, un Método **General** y un Método **Específico** para mercancías peligrosas

A grandes rasgos, el **Método General** se basa en **comparar el túnel “real”, con un túnel “virtual”** de igual longitud, carriles y tráfico que cumple todo lo exigido por el RD 635/2006 (se trata básicamente de medir cuanto se desvía el túnel real del nivel de seguridad teórico). Tras un proceso analítico, partiendo de 5 escenarios de incendio, se obtiene el denominado **Índice de Riesgo (IR)**, que nos permitirá determinar si el túnel puede considerarse seguro o no:

- IR < 1,15 Túnel seguro
- 1,15 < IR < 1,50 Túnel con posibles restricciones
- IR > 1,50 Túnel con peligrosidad eleva

Por su parte el **Método Específico para mercancías peligrosas** se basa en la aplicación de la herramienta DG-QRAM que calcula el riesgo social asociado a este tipo de transporte.

4. O.C 27/2008 SOBRE METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN DE TÚNELES.

El RD 635/2006 establece la obligación de realizar **Inspecciones** para la comprobación de unos umbrales mínimos tanto de la obra civil, de los equipamientos y como de los recursos humanos, con una **periodicidad máxima entre inspecciones sucesivas de 5 años** (recomendable también 6 meses después de la entrada en servicio) y de acuerdo al **Plan de Inspección de Túneles aprobado por la DGC**. En todo caso, los organismos de inspección

deberán ser independientes del gestor del túnel y la empresa fabricante, instaladora o de mantenimiento del equipamiento de túneles.

La OC 27/2008 sobre METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN DE TÚNELES, cuyo objeto es desarrollar la citada metodología y establecer las bases a seguir para llevar a cabo las inspecciones de los túneles de la Red de Carreteras del Estado, desarrolla la metodología estableciendo los siguientes criterios generales:

1. **Obra civil.** Se proponen el tipo de inspecciones y de medidas que deben realizarse para comprobar la seguridad de la estructura. No es objeto de la OC 27/2008 definir en detalle cómo deben practicarse las auscultaciones geotécnicas, mediciones estructurales, etc.
2. **Equipamientos.** Se determina todo lo necesario para verificar funcionalmente el equipamiento con el que cuentan los túneles en cada caso. No se valora si existe posibilidad de mejorar equipamientos uno por uno. El objetivo es analizar la correcta funcionalidad del equipamiento existente y comprobar que las instalaciones responden a la finalidad para la que se diseñaron.
3. **Recursos humanos.** Se verificará que el gestor del túnel cuenta con los recursos humanos necesarios para la operación normal del mismo, así como que el personal encargado dispone de los medios materiales suficientes para el desempeño de sus funciones.

También establece unas recomendaciones de periodicidad de las inspecciones inferiores a las obligatorias, recomendando una periodicidad de 3 años para túneles de longitud superior a 2.000 m, 4 años para túneles entre 1000 y 2000 m y 5 años para túneles de menos de 1.000 m.

Cuando a tenor de un informe de inspección, la **autoridad administrativa** compruebe que un túnel no cumple los requisitos de seguridad regulados en el RD 635/2006, comunicará al **gestor del túnel y al responsable de seguridad** que han de adoptarse medidas para incrementar la seguridad del túnel. Por el gestor del túnel, en el plazo máximo de tres meses, se propondrán medidas correctoras a adoptar, así como el plazo máximo para su ejecución

5. O.C. 33/2013 SOBRE EL MANUAL DE EXPLOTACIÓN DE LOS TÚNELES DE LA RCE.

Ya hemos indicado anteriormente, el Manual de Explotación y su contenido quedan definidos en el RD 635/2006. Por su parte, la OC 33/2013, de 25 de noviembre, sobre EL MANUAL DE EXPLOTACIÓN DE LOS TÚNELES DE LA RED DE CARRETERAS DEL ESTADO, regula y aclara determinados aspectos, tales como:

- ✓ Además del Manual de Explotación, los túneles dispondrán de un Plan de Autoprotección que cumpla con lo establecido en el RD 393/2007 como norma básica de autoprotección, y constituirá el **Plan de Emergencia** del Manual previo a la puesta en servicio del túnel.

- ✓ La elaboración del Manual de Explotación es responsabilidad del Gestor del Túnel. Habrá de ser redactado y firmado por un técnico competente en la materia, y conformado por el Ingeniero Director de las Obras, Director del contrato de conservación o Inspector de la concesión, según corresponda
- ✓ Cualquier **modificación sustancial** del túnel, requiere actualización del Manual de Explotación, requiriendo una nueva aprobación del mismo.
- ✓ El Manual de Explotación deber revisarse con una periodicidad no superior a 3 años, sin ser necesaria una nueva aprobación tras cada revisión.
- ✓ La aprobación del Manual de Explotación corresponde al DGC, con los procedimientos de aprobación regulados en la OC, **tanto para túneles “nuevos” como para túneles en “servicio”**,

El procedimiento de aprobación del Manual de Explotación establece aspectos como que es la Demarcación de Carreteras competente la que debe remitir el mismo, junto con el dictamen del Responsable de Seguridad y la conformidad del Jefe de la Demarcación, o que el Manual de Explotación debe remitirse para su **información previa a la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior**