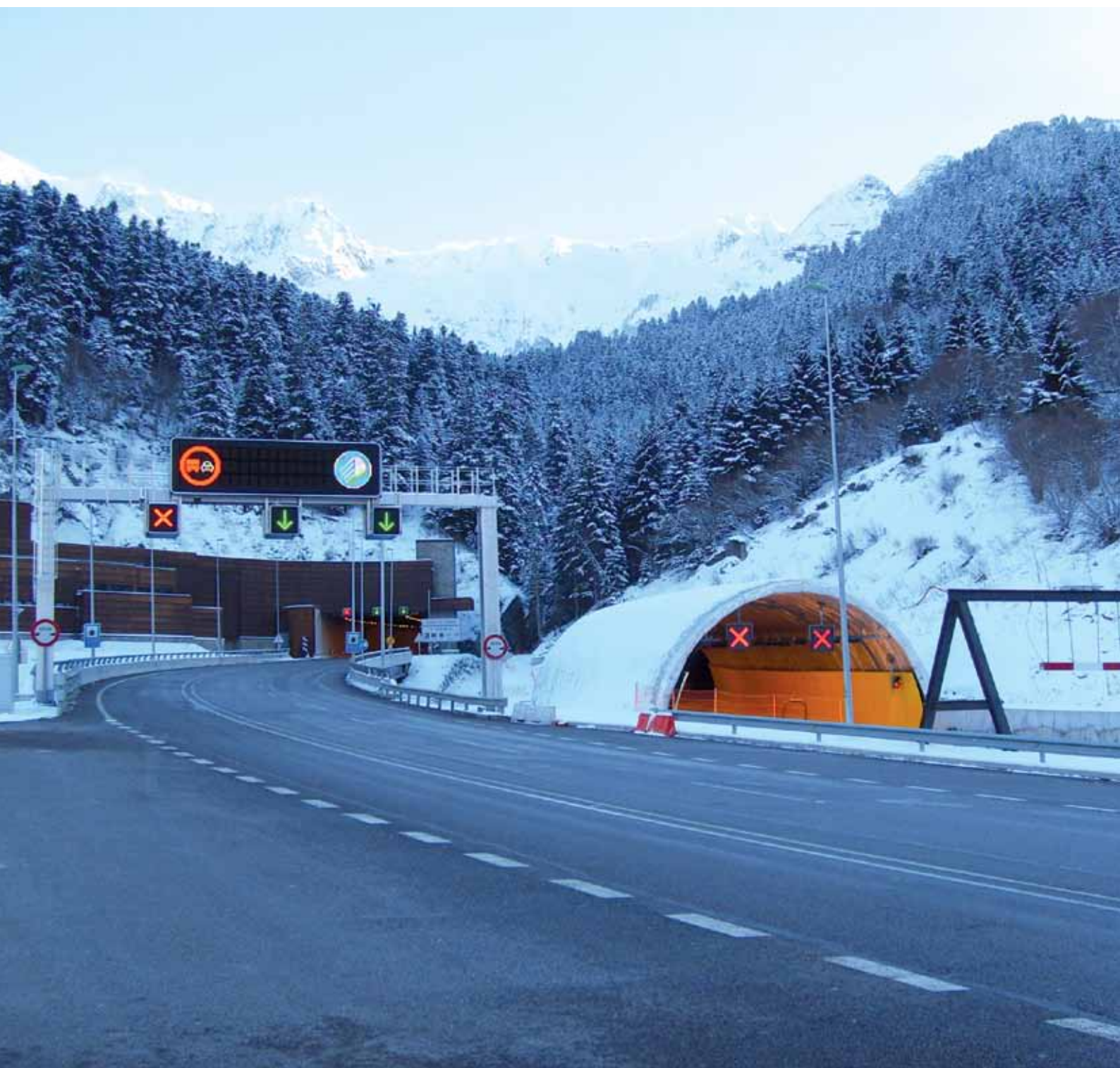




Inspección de túneles de carretera de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento

*Inspection of road tunnels of the Highways General
Directorate of the Spanish Ministry of Public Works*

Guillermo Llopis Serrano
Jefe de servicio de túneles, Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento

Resumen

Hoy en día, los túneles de carretera disponen de gran cantidad de instalaciones y equipamiento de seguridad, cuya función es permitir una correcta operación del túnel tanto en condiciones normales de explotación, como ante situaciones excepcionales como accidentes, incendios, etc. Por ello que, el correcto funcionamiento de estas instalaciones es fundamental para mantener un adecuado nivel de seguridad en los túneles.

Para revisar el equipamiento, la obra civil y las condiciones de conservación y explotación de los túneles, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento realiza inspecciones periódicas en los túneles de la Red de Carreteras del Estado. La necesidad de estas inspecciones, así como su periodicidad, se establece en el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad de los túneles de carreteras del Estado.

Para llevar a cabo las inspecciones de los túneles, la red de carreteras del Estado se ha dividido en tres zonas. Los túneles de cada una de las zonas son inspeccionados por un Organismo de Inspección habilitado por la Autoridad Administrativa. Las inspecciones de los túneles de las zonas 1 (Norte) y 2 (Centro-Sur) se iniciaron en 2010, y está previsto comenzar los trabajos en la zona 3 (Este) durante el presente año.

En este artículo se resumen los aspectos normativos que afectan tanto a las inspecciones como a los organismos de inspección, se describen las labores realizadas para inspeccionar cada túnel y se presenta el avance de las inspecciones realizadas hasta el momento en los túneles de la red de carreteras del Estado.

PALABRAS CLAVE: Inspección, túnel, carretera, seguridad.

Abstract

Road tunnels today have many systems and safety equipment, designed to ensure the proper operation of the tunnel, not just under normal conditions but also in exceptional situations such as accidents, fires, etc. For this reason, it is essential that this equipment functions properly in order to maintain an adequate level of safety in tunnels.

To check the equipment, structure and conditions of maintenance and operation of the tunnels, the Highways General Directorate of the Spanish Ministry of Public Works and Transportation carries out periodic inspections of the tunnels of the National Highway Network. The obligation to accomplish these inspections and their frequency are established on the transposition of the Directive 2004/54/CE, on minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network, to the Spanish legislation: Royal Decree 635/2006.

To carry out the inspections of the tunnels, the National Highway Network has been divided into three areas. The tunnels of each area are inspected by an Inspection Entity entitled by the Administrative Authority. The inspections of the tunnels of areas 1 (North) and 2 (South Central) began in 2010, and is scheduled to begin with area 3 (East) this year.

This article summarizes the regulatory issues that affect both inspections and Inspection Entities, describes the tasks carried out to inspect every tunnel and shows the progress of the inspections conducted so far in the tunnels of the National Road Network.

KEY WORDS: Inspection, tunnel, road, safety

1. Introducción

La aplicación de los sistemas inteligentes del transporte (ITS) en carretera ha sufrido un aumento exponencial desde sus comienzos a principios de los años 90 del siglo pasado. Dentro de las carreteras es en los túneles donde, por sus singulares características, se dispone la mayor parte del equipamiento ITS de las carreteras, como CCTV, DAI, detección lineal de incendios, PMV, etc. Asimismo, en los túneles se implanta otro tipo de instalaciones que, pudiendo clasificarse como ITS, son también necesarias para la adecuada explotación y mantenimiento de unas mínimas condiciones de seguridad en los mismos, como son la iluminación, ventilación, etc.

Por estos motivos, en los túneles de carretera, a la necesidad de llevar un seguimiento del estado de la obra civil, propia de toda estructura

singular, se le une la de garantizar el correcto funcionamiento de estos equipos. Esto exige, tanto un adecuado mantenimiento, como la revisión sistemática, independiente y periódica de los mismos.

En el caso de los túneles de la red de carreteras del Estado (RCE), estas revisiones y controles se enmarcan dentro de las inspecciones periódicas de los túneles que se deben realizar al menos una vez cada cinco años. La inspección completa de un túnel incluye la revisión de:

- documentación: manual de explotación, plan de autoprotección, proyecto de adecuación, revisiones eléctricas de



Foto 1. Normativa de seguridad en túneles

OCA (Organismo de Control Autorizado), informes varios,...

- obra civil: revestimiento, sostenimiento, pavimento, aceras, drenaje, salidas y vías de evacuación,...
- instalaciones y equipamiento de seguridad: comunicaciones, instalación eléctrica, iluminación, ventilación, sistemas de detección y extinción de incendios,...
- condiciones de conservación y explotación: planes y protocolos, personal y equipos.

2. Normativa

La obligatoriedad de realizar inspecciones periódicas en los túneles de la red de carreteras del Estado se establece en el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado, que tras pone al ordenamiento jurídico nacional la Directiva 2004/54/CE.

La responsabilidad de realizar estas inspecciones recae en la Autoridad Administrativa, que para los túneles de la RCE es la Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transportes y Vivienda. La Autoridad Administrativa puede hacer las inspecciones directamente o a través de organismos de inspección por ella habilitados.

Las inspecciones se realizan siguiendo la Orden Circular 27/2008 sobre metodología de inspección de túneles, elaborada y aprobada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. En esta metodología se establecen todos los elementos que se deben inspeccionar y se describe el procedimiento a seguir para la inspección de cada uno de ellos.

Partiendo de esta normativa, los organismos de inspección han desarrollado procedimientos técnicos, que detallan el proceso de inspección de cada uno de los elementos y equipos de los túneles, así como un procedimiento operativo general, que se particularizan para cada túnel a inspeccionar, en el que se establece la planificación a seguir para la inspección completa de un túnel.

3. Organismos de inspección

Un organismo de inspección es un ente público o privado, habilitado por la autoridad administrativa, al que le corresponde llevar a cabo las inspecciones, evaluaciones y pruebas necesarias en los túneles. Para realizar adecuadamente su función, los organismos de inspección deben ser funcionalmente independientes del gestor del túnel.

La Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, para llevar a cabo la inspección de todos los túneles de la red de carreteras del Estado, ha dividido dicha red en tres zonas (Zona 1 – Norte; Zona 2 – Centro-Sur; Zona 3 – Este). La inspección de los túneles de cada una de las zonas se ha contratado a la empresa adjudicataria del correspondiente contrato público. Estas empresas, habilitadas como organismo de inspección, deben tener un alto grado de competencia y experiencia en inspección de túneles.

Actualmente se han iniciado los trabajos de inspección en dos de las tres zonas cuyos organismos de inspección son:

- Zona 1 – Norte:

- Organismo de inspección: Geocontrol.

- Zona 2 – Centro-Sur:

- Organismo de inspección: UTE Euroestudios-Auding.

4. Labores de inspección de túneles

El Real Decreto 635/2006 realiza una clasificación de los túneles de carretera en función de cuatro parámetros:

- Longitud del túnel
- Volumen de tráfico: IMD por carril de circulación
- Tipo de circulación: unidireccional o bidireccional
- Ubicación: urbano o interurbano

En función de estas características la norma establece el equipamiento mínimo que debe tener cada túnel.

En la inspección de cada túnel, se comprueba el estado de la totalidad del equipamiento e instalaciones disponible, y se verifica el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en la normativa para dicho túnel.

Las labores de inspección de túneles, como se ha comentado anteriormente, se pueden agrupar en los siguientes puntos:

- Documentación

La primera parte de toda inspección consiste en la revisión de la documentación de seguridad del túnel, formada por el Manual de explotación y el Plan de autoprotección. Los principales objetivos que se persiguen son la comprobación de que estos documentos cumplen la normativa aplicable (R.D. 635/2006 y R.D. 393/2007), que la descripción de



Foto 2. Galería de evacuación



Foto 3. Centro de control

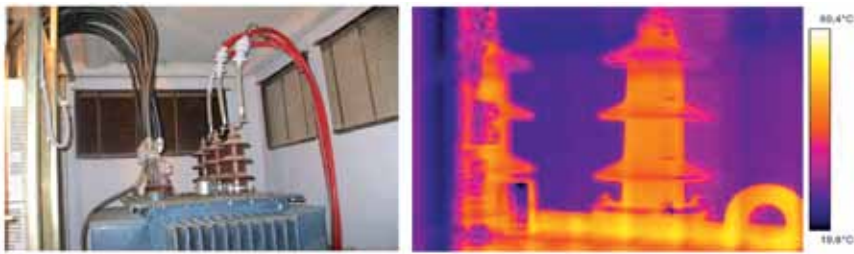


Foto 4. Termografía de transformador

instalaciones y equipo se ajusta a lo establecido en los mismos respecto a mantenimiento, procedimientos, formación, etc. Por otro lado, en esta primera fase de la inspección también se revisan otros documentos del túnel como proyectos, principalmente el proyecto de adecuación al Real Decreto 635/2006 en caso de que exista, informes de inspecciones eléctricas realizadas por el correspondiente Organismo de Control Autorizado (OCA), informes del responsable de seguridad, etc.

• Obra civil

La inspección de la obra civil se realiza principalmente a nivel visual, quedando fuera del alcance de esta inspección las comprobaciones geotécnicas y estructurales, que pueden ser necesarias o realizarse posteriormente en función de los resultados de esta primera inspección. La inspección de la obra civil abarca principalmente los elementos siguientes: calzada y pavimento, aceras, drenaje, revestimiento, parte visible del sostenimiento, salidas y vías de evacuación. En cada uno de ellos se detectan los defectos y patologías, se comprueban sus dimensiones e inter-

distancias y se revisa su estado de conservación y mantenimiento.

• Instalaciones y equipamiento de seguridad

En la inspección de las instalaciones y equipamiento del túnel se comprueba su adecuado funcionamiento, tanto en condiciones normales de explotación como en caso de emergencia, así como su estado de conservación y mantenimiento. Los elementos inspeccionados se pueden agrupar en:

- Centro de control y red de comunicaciones. Se revisa el esquema de comunicaciones, verificando la adecuada integración de los equipos y el correcto funcionamiento del software y equipos de control del túnel.
- Instalación eléctrica. Se comprueban los equipos de media y baja tensión, haciendo especial hincapié en la revisión de cuadros eléctricos de baja, transformadores, grupos electrógenos, sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) y baterías de condensadores.
- Iluminación. Se revisan tanto luminarias como células fotoeléctricas, luminancímetros, luxómetros y relojes astronómicos, según corres-

ponda. Se realizan mediciones de luminancia e iluminancia en distintos modos de iluminación.

- Ventilación. La inspección abarca tanto los ventiladores como opacímetros, detectores de CO y NOx y anemómetros. Se comprueba el funcionamiento automático y manual de los ventiladores, midiendo la velocidad del aire con distintas configuraciones.
- Detección y extinción de incendios. Se comprueban los distintos sistemas de detección, así como depósitos, hidrantes, bocas de incendio equipadas (BIE), grupos de bombeo y extintores empleados en la extinción de incendios.
- Salidas y vías de evacuación. Se revisan las instalaciones de que disponen como iluminación, medios para garantizar la estanqueidad, sistemas de comunicaciones, cámaras, puertas antipánico, etc.
- Radiocomunicaciones. Se verifica el adecuado funcionamiento tanto de los sistemas de transmisión por radio para su utilización por los equipos de emergencia, como de la emisión de mensajes en determinados canales de radio destinados a los usuarios del túnel.
- Control de tráfico. Se revisa el sistema de aforos y los detectores de galíbo.
- Estaciones meteorológicas. Se comprueba el adecuado funcionamiento de sus distintos elementos, normalmente anemómetro y catavientos.
- Sistemas de vigilancia. Se revisa el circuito cerrado de televisión (CCTV) y el sistema de detección automática de incidentes (DAI).
- Megafonía. En la comprobación de su funcionamiento se presta especial atención a la audibilidad del sistema desde el túnel.
- Postes SOS. Se revisa principalmente su estado y funcionamiento.
- Señalización, balizamiento y marcas viales. Se verifica que cumple con la normativa aplicable.
- Equipos de cierre del túnel. Los equipos revisados son la señalización variable (paneles de mensaje



Foto 5. Grupo de bombeo

variable, paneles de aspa-flecha, etc.), semáforos y barreras.

- Condiciones de conservación y explotación del túnel

Se verifica el cumplimiento de los distintos planes establecidos en la documentación de seguridad: mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, circulación de mercancías peligrosas, formación del personal, etc.

Para los principales protocolos de actuación (corte de carril, cierre de túnel, accidente, incendio, etc.) se comprueba su correcta aplicación desde el sistema de gestión integral del túnel.

Asimismo, se verifica que se cuenta con los recursos humanos necesarios para la operación del túnel, y que estos disponen de los medios materiales suficientes para el desarrollo de sus funciones. No es el objeto de estas inspecciones realizar comprobaciones de la respuesta ante emergencias, especialmente cuando se requiera la intervención de equipos externos. Estas emergencias se comprueban a través de la realización de simulacros de emergencia a escala real, así como de simulaciones y ejercicios parciales en los túneles.

5. BIT 2.0 – Base de datos de inventario, incidencias e inspecciones de túneles de la RCE

Para facilitar la gestión de todos los túneles de la RCE, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento ha desarrollado una aplicación informática con plataforma web desde la que se puede



Foto 6. Cable de detección lineal de incendios

acceder a toda la información relativa a los túneles en servicio.

En esta aplicación, denominada BIT 2.0 (Basada en datos de inventarios, incidencias e inspecciones de túneles de la RCE, véase foto 8), se incluye un extenso inventario de cada uno de los túneles, los datos relevantes de todas las incidencias significativas que se producen en los mismos, los informes y datos de avance de las inspecciones periódicas, así como la documentación específica de cada túnel (manual de explotación, plan de autoprotección, proyectos, informes, fotos, videos, etc.).

Para que los usuarios de la aplicación puedan gestionar adecuadamente toda la información de la BIT 2.0, esta dispone de una potente herramienta de consulta. Esta herramienta permite, estableciendo los filtros adecuados, extraer los datos deseados y, en caso de ser necesario, exportarlos a un archivo de cálculo para realizar un análisis más detallado.

Los usuarios que mantienen actualizada la BIT 2.0 son tanto los organismos de inspección, que introducen los datos e informes de las inspecciones, como los responsables de seguridad de los túneles, que mantienen al día el inventario y registran las incidencias ocurridas, en colaboración con el personal de conservación y explotación de las carreteras. La base de datos es

consultable, además de por los anteriores, por todos los técnicos de conservación y explotación de los túneles de la Dirección General de Carreteras (tanto en la Subdirecciones Generales de Conservación y de Explotación y Gestión de Red, como en las Demarcaciones de carreteras del Estado), de las empresas explotadoras y de las sociedades concesionarias de autopistas y de autovías.

6. Inspección de los túneles de la RCE

Según el último inventario de la red de carreteras del Estado publicado, correspondiente a 2010, la RCE tiene una longitud de 25739 km. De los cuales, 14505 km (56%) corresponden a carreteras convencionales, y por tanto bidireccionales, siendo los 11234 km (44%) restantes de carreteras unidireccionales (autopistas, autovías y otras vías con calzadas separadas).

Por lo que respecta a los túneles de las carreteras del Estado, actualmente en la RCE hay 321 túneles, pero teniendo en cuenta que los túneles de carreteras de calzadas separadas tienen un tubo por cada calzada, resulta más interesante saber que existen 473 tubos en la RCE. La longitud de estos tubos es de 262 km (1% de la RCE), de los cuales 312 tubos (66%) son unidireccionales, con una longitud de 205 km (78%), y los 161 tubos restantes (34%) son bidireccionales, con una longitud de 57 km (22%). Es decir, 2 de cada 3 tubos y 3 de cada 4 km de túnel en la RCE son uni-



Foto 7. Detector de CO₂



Foto 8. BIT 2.0. Aplicación de gestión de túneles de la Dirección General de Carreteras

direccionales y el resto son bidireccionales.

Las inspecciones periódicas abarcan la totalidad de los túneles de la red. Como se ha comentado, para realizar estas inspecciones se ha dividido la RCE en tres zonas encargando la inspección de los túneles de cada una de las zonas a un organismo de inspección. Todos los datos recogidos en la elaboración de las inspecciones son procesados en los correspondientes informes y, para cada elemento revisado, se emite un juicio de valor acerca de su estado de conservación y de funcionamiento.

Las labores de inspección de los túneles de la RCE comenzaron en julio de 2010 en la zona 1 y en diciembre en la zona 2, estando pendiente de iniciarse las inspecciones en la zona 3, cuyo comienzo está previsto para finales de 2012. Las inspecciones de los túneles de cada zona deben concluirse en un plazo de 4 años.

El grado de avance de las inspecciones en cada zona, hasta el mes de febrero de 2012, es el siguiente:

- Zona 1 – Norte:
 - Organismo de control: Geocontrol
 - Número de túneles/tubos a inspeccionar: 111 / 176
 - Longitud de tubos a inspeccionar: 107 km
 - Número de túneles/tubos inspeccionados: 40 / 73 (36% / 41%)
 - Longitud de tubos inspeccionados: 53 km (49%)
- Zona 2 – Centro-Sur:
 - Organismo de control: UTE Euroestudios-Auding

- Número de túneles/tubos a inspeccionar: 77 / 128
- Longitud de tubos a inspeccionar: 78 km
- Número de túneles/tubos inspeccionados: 11 / 20 (14% / 16%)
- Longitud de tubos inspeccionados: 18 km (23%)

En resumen, hasta el momento (febrero de 2012), de los 262 km de túneles de la RCE se han inspeccionado 71 km (27%), y de los 473 tubos de la red se han inspeccionado 93 (20%). Esto supone un ratio de avance medio de las inspecciones de 75 m de túnel por día.

De los resultados de las inspecciones realizadas hasta la fecha, cabe concluir que el estado de conservación y explotación de los túneles del Estado es satisfactorio. No obstante, al encontrarse los túneles en proceso de adecuación a los requisitos mínimos de seguridad establecidos en el Real Decreto 635/2006, un porcentaje importante de túneles no cuentan todavía con todas las instalaciones y equipamientos necesarios. La diferencia en los requisitos de seguridad respecto a los mínimos fijados en la normativa es lógicamente más relevante en túneles puestos en servicio anteriormente a la aprobación de la normativa y, especialmente en los de mayor longitud, al ser en ellos mayores las exigencias.

7. Conclusiones

Los túneles de carretera requieren de numerosas instalaciones para realizarse su

explotación, tanto en condiciones normales como en casos de emergencia, manteniendo los estándares de seguridad establecidos. Para asegurar que tanto este equipamiento funciona correctamente es necesario un adecuado mantenimiento, así como su inspección periódica, sistemática e independiente.

Para revisar el equipamiento, la obra civil y las condiciones de conservación y explotación de los túneles, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento realiza inspecciones periódicas en los túneles de la red de carreteras del Estado. La necesidad de estas inspecciones, así como su periodicidad, se establece en el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado.

De los 262 km de túneles que hay en la red de carreteras del Estado, se han inspeccionado hasta el momento (febrero de 2012) 71 km (27%). Por lo que respecta al número de tubos, de los 473 tubos de la red se han inspeccionado 93 (20%).

El estado de conservación y operación global de los túneles inspeccionados es satisfactorio. No obstante, al estar actualmente en fase de adecuación de los túneles a los requisitos fijados en el Real Decreto 635/2006, se observan carencias en las instalaciones respecto a los requisitos mínimos fijados. Estas carencias son, como es lógico, más acusadas en los túneles más antiguos y en los de mayor longitud en los que los requisitos son mayores.

8. Referencias bibliográficas

1. COMISIÓN EUROPEA (2004). "Directiva 2004/54/CE sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de la red transeuropea de carreteras"
2. GOBIERNO DE ESPAÑA (2006). "Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carretera del Estado"
3. DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS (2008). "Orden Circular 27/2008, sobre metodología de inspección de túneles"
4. PIARC Technical Committee C4 (2011). "Recommendations on management of maintenance and technical inspection of road tunnels"