

Inspección de Túneles de Carretera

Los túneles de carretera disponen de sofisticadas instalaciones y equipamientos de seguridad, cuya función es garantizar la correcta operación del túnel tanto en condiciones normales de explotación; como ante situaciones de emergencia. La Red de Carreteras del Estado cuenta con 321 túneles en servicio; de los cuales 111 están situados en el Norte de España. Para la inspección del estado de las instalaciones de seguridad de estos túneles, la D.G. de Carreteras del Ministerio de Fomento adjudicó a *Geocontrol*, en junio de 2010 un contrato para inspeccionar los 111; que durará hasta 2014. Hasta el mes de abril de 2012 en el marco de este contrato se ha inspeccionado el 50,4% de la longitud acumulada de los túneles de la *Zona 1* y se han emitido los informes correspondientes; que indican que el estado general de conservación de las instalaciones de los túneles inspeccionados es satisfactorio.

Los túneles de carreteras cuentan con varios sistemas, denominados genéricamente *instalaciones de seguridad*, destinados a garantizar la correcta operación del túnel en condiciones normales de explotación y en condiciones de emergencia.

El entorno en el que se encuentran estas instalaciones es agresivo y el uso que reciben es continuado; por lo que, para que puedan mantener un buen nivel de servicio, deben contar con un mantenimiento adecuado.

Por estos motivos, es fundamental verificar periódicamente que el funcionamiento de todos los sistemas de seguridad de un túnel es correcto y para ello se realizan inspecciones sobre el equipamiento, la obra civil, y las condiciones de conservación y explotación del túnel.

La realización de estas inspecciones sobre los túneles es de carácter obligatorio en España, de acuerdo al Artículo 9 del Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado.

Dentro de este marco la D.G. de Carreteras, del Ministerio de Fomento, en junio de 2010 adjudicó a *Geocontrol S.A.* el contrato para la: *Inspección de túneles, según el RD 635 de 2006, Zona I (Norte) de la Red de Carreteras del Estado.*

En este artículo se presenta un resumen de los trabajos de inspección, realizados entre 2010 y 2012, en los túneles de la Red de Carreteras del Estado situados en el Norte de España.

Inspección de Túneles de la Red de Carreteras del Estado

Para realizar los trabajos de inspección de túneles de la *Red de Carreteras del Estado (R.C.E.)*, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento distribuyó la totalidad de los túneles existentes en tres grandes zonas; como se refleja en la *Tabla 1*.

La distribución geográfica de cada una de las zonas de inspección se aprecia en la *Fig. 1*.

En la *Fig. 2* se presenta el grado de cumplimiento de la inspección de los túneles de la *Zona 1*; en el que desde agosto de 2010 hasta

Palabras clave: INSPECCIÓN DE TÚNELES, INSTALACIONES DE SEGURIDAD, RD 635/2006, TÚNELES.

LLOPIS SERRANO, Guillermo. ICCP. Jefe Servicio Túneles. D.G. Carreteras. Mº FOMENTO.

PORTUGUÉS SALGADO, Fernando. Ing. Ind. Gerente de Proyectos e Instalaciones de Túneles. GEOCONTROL, S.A..

abril de 2012 se han inspeccionado el 50,4% de la longitud total de los túneles existentes.

Los trabajos de inspección completa de un túnel incluyen la revisión de los siguientes puntos:

- *Documentación:* Manual de explotación, plan de autoprotección, proyecto de adecuación, revisiones eléctricas de OCA's (Organismos de Control Autorizado), informes varios, etc.
- *Obra civil:* Revestimiento, sostenimiento, pavimento, aceras, drenaje, salidas y vías de evacuación.

- *Instalaciones y equipamiento de seguridad:* ventilación, iluminación, instalación eléctrica, sistemas de detección y extinción de incendios, comunicaciones, etc.
- *Condiciones de conservación y explotación:* Planes y protocolos, personal y equipos.

Marco normativo

El *Real Decreto 635/2006*, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carreteras del Estado, que traspone al ordenamiento jurídico nacional la *Directiva 2004/54/CE* sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de la red transeuropea de carreteras, establece la obligatoriedad de realizar inspecciones periódicas en los túneles de la red de carreteras del Estado, con una periodicidad máxima de cinco años.

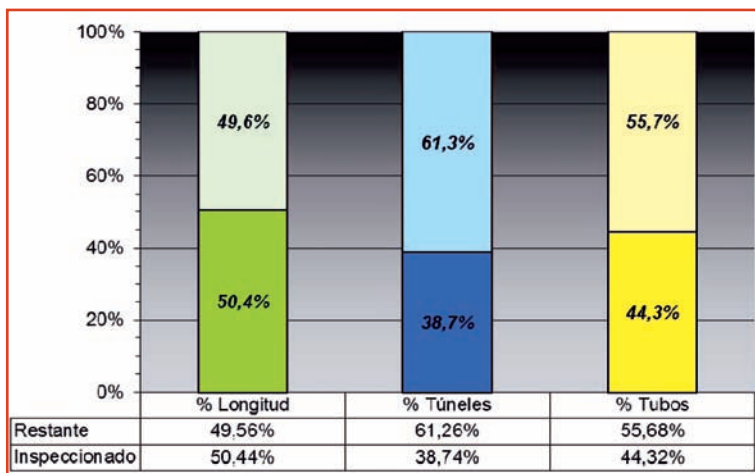
Las inspecciones se realizan siguiendo la *Orden Circular 27/2008* sobre metodología de inspección de túneles, elaborada y aprobada por la Dirección General de Carreteras del Mi-

Zona de España	Nº de Túneles	Nº de Tubos	Longitud (km)
Norte (1)	111	176	107
Centro – Sur (2)	77	128	78
Este (3)	133	169	77
España	321	473	262

[TABLA 1] .- Datos acerca de los túneles comprendidos en cada zona de inspección.



[Figura 1] .- Distribución geográfica de las zonas de inspección..



[Figura 2] .- Avance de los trabajos de inspección de la Zona 1, actualizado a abril de 2012.

nisterio 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, se ha desarrollado un procedimiento general y otro detallado, para cada instalación, en los que se establecen las actuaciones a seguir para la inspección completa de un túnel.

Metodología de Inspección de Túneles

La inspección de un túnel tiene tres fases bien diferenciadas:

- **Fase Inicial:** Comprende la recopilación inicial de documentación, el análisis previo de la misma y la elaboración de un informe previo, en el que se incluye una planificación de la inspección, coordinada con el explotador del túnel.
- **Fase de desarrollo:** Esta fase supone el desarrollo de todas las pruebas de inspección necesarias para verificar el correcto funcionamiento de los equipamientos, el estado de la infraestructura, las condiciones de conservación y explotación y recopilar la información restante.
- **Fase de evaluación:** Esta última fase conlleva el procesado de la información obtenida de las inspecciones, y la elaboración del informe de evaluación.

FASE INICIAL

Esta primera fase comienza con la recopilación de toda la documentación posible relativa al túnel:

- Proyecto de construcción.
- Proyecto de modificación.
- Proyecto de liquidación.
- Proyecto de adecuación al R.D. 635/2006.
- Manual de explotación.
- Ficha de inventario.
- Informes del Responsable de Seguridad del Túnel, sobre el estado actual y estudio de incidencias.

- Definición de la arquitectura informática de los subsistemas del túnel
- Normativa de aplicación en la época de proyecto y de construcción
- Resultados de las Inspecciones rutinarias realizadas tanto por la empresa encargada de la conservación y explotación del túnel como por el responsable de seguridad del mismo

La información referente a las instalaciones de los túneles está distribuida entre varios archivos de documentación; por lo que, para completarla, se hace necesario visitar la Demarcación de Carreteras, la Unidad de Carreteras y el centro de Control y Explotación de cada Túnel. De este modo, se consigue recopilar la mayor cantidad posible de información, centralizándola en una base de datos.

Dentro de esta fase se procede también a la clasificación del túnel, de acuerdo al *Real Decreto 635/2006*, que 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 establece el equipamiento mínimo que debe tener cada túnel.

De acuerdo a esta exigencia normativa, se realiza un análisis comparativo entre las instalaciones que el túnel posee y las que le corresponderían por su clasificación según el *RD 635/2006*. De este modo se realiza una primera valoración acerca del estado del túnel, que se completará con la posterior inspección.

Sabiendo con qué instalaciones cuenta el túnel, se puede establecer un listado de actividades a realizar durante la inspección y elaborar una planificación consensuada con el *Explotador del Túnel* y el *Director de Conservación*

ción; teniendo siempre presente minimizar las molestias producidas a explotador y usuarios.

FASE DE DESARROLLO

En esta etapa se llevan a cabo la inspección del túnel, de acuerdo a la planificación acordada según el informe previo.

Estas pruebas se dividen en tres tipologías, según el grado de afección de afección al tráfico.

Actividades tipo 0:

Actividades que no conllevan ninguna alteración sobre el tráfico del túnel. Estas actividades se realizan fuera del túnel, como por ejemplo:

- Inspección del Centro de Control
- Inspección de locales técnicos: Centro de transformación, Grupo de Bombeo, etc.
- Recopilación de información no recogida en la Fase Inicial

Se pueden realizar en horario diurno, salvo que exista algún impedimento por parte de la explotación del túnel.

Actividades tipo I:

Estas actividades se realizan con afección parcial o total del carril derecho del túnel, y consisten en la inspección de elementos de seguridad existentes en el hastial derecho del túnel. Estas actividades se realizan en horario diurno, salvo que exista algún impedimento por parte de la explotación del túnel.

Actividades tipo II:

Se trata de actividades que requieren el corte del carril izquierdo del túnel. Estas actividades se realizan en horario nocturno, para evitar generar afección al tráfico en horario punta.

Las actividades que se incluyen en este grupo son:

- Pruebas de ventilación
- Pruebas de alumbrado
- Inspección de instalaciones del carril izquierdo
- Inspección de galerías
- Pruebas de megafonía

Para la realización de las inspecciones, es necesario emplear los instrumentos de medición apropiados, como por ejemplo:

- Anemómetro fijo y móvil.
- Luminancímetro.
- Luxómetro.
- Polímetro eléctrico.
- Cámara termográfica.
- Botellas de gas CO.
- Cámara de vídeo y fotográfica.
- Rueda de medir, medidor láser, etc.

Se desarrolla a continuación con mayor grado el alcance y la metodología de las inspecciones realizadas.

Inspección de ventilación

Los objetivos principales de esta inspección son verificar los siguientes puntos:

- Estado de conservación de los equipos.
- Funcionamiento de los ventiladores en accionamiento directo e inverso, en modo manual y automático.
- Los elementos de detección ambiental (contaminantes, velocidad de aire, etc.) detectan correctamente el valor de estos parámetros y transmiten esa información adecuadamente al centro de control.
- El protocolo de ventilación es correcto.
- La velocidad de aire alcanzada es igual o superior a la velocidad crítica de diseño.

Para garantizar la seguridad de un túnel en caso de un incidente con generación de humos, es fundamental que el sistema de ventilación funcione adecuadamente.

Para verificar este sistema, en túneles con ventilación longitudinal, se busca en el túnel una sección donde la influencia del chorro de aire producido por los ventiladores sea mínima. En esta sección y mediante un anemómetro manual, se mide la velocidad del aire en diferentes puntos y se compara con las lecturas de los anemómetros del túnel para verificar su funcionamiento.

Con el túnel en reposo se hace una primera medición de la velocidad del aire en la sección para conocer el tiro natural y su sentido para estimar la velocidad media del aire en el túnel generada por el tiro natural. En la **Fig. 3** se muestra la realización de una medición de ventilación mediante un anemómetro manual, en uno de los puntos determinados en la sección transversal del túnel.

A continuación, se ponen en funcionamiento todos los ventiladores instalados en el túnel en un mismo sentido de accionamiento. Transcurridos unos 10-15 minutos, para que el flujo de aire se estabilice en el túnel en la misma

sección donde se midió el tiro natural, se realiza una nueva medición, se calcula la velocidad media y se anota el sentido del tiro forzado por los ventiladores.

Finalizadas las mediciones de velocidades con los ventiladores en marcha se procede a la parada de todos ellos, y transcurridos 15-20 minutos se vuelve a medir la velocidad del aire y su sentido para conocer el nuevo tiro natural, si es que ha cambiado.

En la **Fig. 4** se muestra una gráfica de la velocidad de aire obtenida en un túnel. Se aprecia que la velocidad crítica, del orden de los 3 m/s, es superada ampliamente.

Para la verificación del funcionamiento de los equipos sensores de CO, se procede al accionamiento de la ventilación mediante el empleo de gas patrón sobre cada equipo, y se comprueban las lecturas sobre el sistema de control, además de que la maniobra del sistema de ventilación es la adecuada. Se comprueba también el correcto funcionamiento de las estaciones meteorológicas, especialmente anemómetro y catavientos.

Inspección de alumbrado

El objeto de esta inspección es verificar que los niveles lumínicos obtenidos en el interior del túnel se ajustan a los valores recogidos en su proyecto de diseño, si éste existe, o a los valores recogidos en las recomendaciones de Ministerio de Fomento, lo que implica medir los niveles de iluminación en la entrada, así como su variación a lo largo del túnel.

Primeramente se dibuja en el suelo, cerca de la entrada del túnel, una malla de medición que abarca un módulo del sistema de iluminación sobre el cual se realiza la toma de valores de iluminancia. En las fotos de la **Fig. 5** se observa a un Técnico dibujando la malla de medición y el luminancímetro, ubicado a unos 60 m de la malla, ejecutando la medida de iluminancia.

Complementariamente, con un luxómetro se toman las lecturas de luminancia en los mismos nodos de la malla de medición.

Todos estos valores se procesan con una hoja de cálculo para obtener sus valores medios y uniformidades, para compararlos con los valores reflejados en proyecto.

Para verificar la correcta y progresiva adaptación del nivel de iluminancia del túnel a las necesidades del ojo humano, se realiza una medición longitudinal de todo el túnel, empleando para ello un luxómetro incorporado sobre un vehículo que se desplaza a una velocidad constante sobre la línea media de uno de los carriles. En la **Fig. 6**, se aprecia la curva de iluminancia obtenida en un túnel.

Por último, se revisan los elementos sensores que proporcionan al sistema de control la información para la regulación automática del alumbrado, como son células fotoeléctricas, luminancímetros, luxómetros y relojes astronómicos, según proceda.

Inspección de electricidad

Para verificar que todos los equipos eléctricos tienen un funcionamiento adecuado se com-



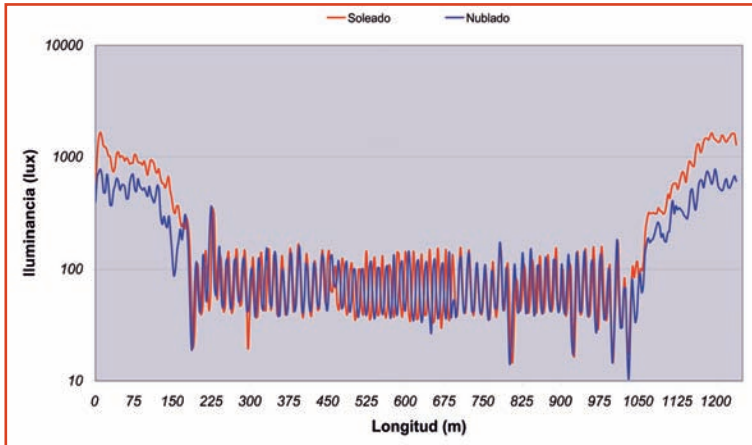
[Figura 4] .- Velocidad de aire en la sección transversal de un túnel durante la realización de una prueba.



[Fig. 3] .- Realización de una medición de velocidad de aire en la sección transversal de un túnel.



[Figura 5] .- Instantáneas del proceso de medición de luminancia.



[Figura 6].- Gráfica de iluminancia obtenida en un túnel.

prueban los equipos de media y de 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.

En la inspección de media tensión, se realiza una inspección termográfica y visual de los elementos de la instalación, y se verifica que la instalación haya sido revisada por un Organismo de Control Autorizado (OCA), según se establece en el *Real Decreto 2200/1995*, de 28 de diciembre, Reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial.

Se realizan pruebas sobre el grupo electrógeno y la SAI, para verificar su disponibilidad en caso de fallo eléctrico. Para ello, se fuerza su accionamiento mediante la caída de tensión de red del túnel, y se registran los tiempos de reacción y las potencias suministradas. Complementariamente se realizan pruebas en vacío en modo local.

Para evaluar el funcionamiento de los cuadros eléctricos, se emplea una cámara termográfica para detectar cualquier punto caliente en su interior; la ubicación del sobrecalentamiento proporciona información acerca del origen del fallo eléctrico. Mediante esta técnica se identifica el mayor riesgo de la instalación, que sería un incendio.

En la foto de la **Fig. 7** se puede observar el exceso de temperatura que alcanza una de las fases del circuito de alumbrado de un túnel, llegando hasta los 125°C. Este hecho se debe, probablemente, a un defecto en la asignación de cargas en el circuito provocada por un mal funcionamiento de los balastos existentes en las luminarias y por una deficiencia en el dimensionamiento de los cables.

Durante el desarrollo de la inspección se comprueba la potencia compensada a través de la batería de condensadores, para determinar si su dimensionamiento y funcionamiento es adecuado.

Inspección de instalaciones de Protección Contra Incendios

En esta inspección se verifica el funcionamiento de elementos de detección y extinción de

incendios, analizando de cada uno de ellos los siguientes parámetros:

- **Depósitos:** ubicación, estado general y tamaño.
- **Grupo de bombeo:** tipología y funcionamiento.
- **Hidrantes:** ubicación, accesibilidad, señalización, accionamiento, presión y caudal.
- **Bocas de incendio equipadas (BIE):** ubicación, accesibilidad, señalización, longitud de la manguera, accionamiento, presión y caudal.
- **Extintores:** ubicación, accesibilidad, señalización, peso y timbrado.
- **Sistemas de extinción automática:** carga de agente extintor, y si es un ensayo no destructivo, su accionamiento

Inspección de instalaciones de seguridad, vigilancia y control

Dentro de este capítulo se engloban todas las instalaciones relacionadas con la vigilancia del túnel. Se realizan las siguientes inspecciones dentro de cada instalación:

- **Centro de control y red de comunicaciones.** Se revisa el esquema de comunica-

ciones, verificando la adecuada integración de los equipos y el correcto funcionamiento del *software* y equipos de control del túnel.

- **Sistemas de vigilancia.** Se revisa el circuito cerrado de televisión (CCTV) y el sistema de detección automática de incidentes (DAI), especialmente la calidad de las imágenes recibidas en el centro de control y las alarmas recibidas desde el DAI.
- **Control de tráfico.** Se revisa el sistema de aforos y los detectores de gálibo, verificando que las lecturas de estos equipos se corresponden con la realidad.
- **Equipos de cierre del túnel.** Los equipos revisados son la señalización variable (paneles de mensaje variable, paneles aspaflacha, etc.), semáforos y barreras.
- **Señalización, balizamiento y marcas viales.** Se verifica que cumple con la normativa aplicable.

Inspección de instalaciones de comunicación

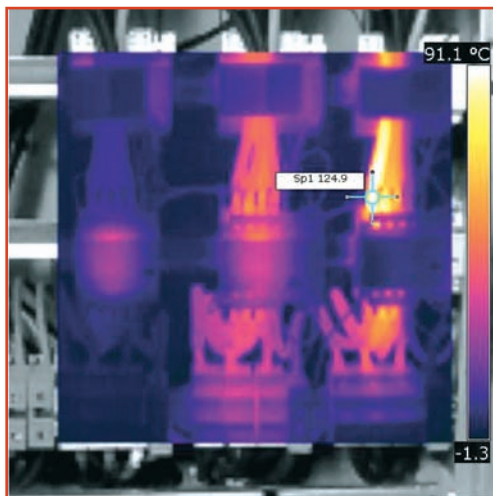
Esta familia de instalaciones comprende todas aquellas que se emplean para comunicar con el usuario del túnel o los servicios de emergencia. Se realizan las siguientes inspecciones:

- **Megafonía.** En la comprobación de su funcionamiento se verifica que los niveles de audibilidad del sistema desde el túnel son apropiados.
- **Postes SOS.** Se revisa principalmente su estado y funcionamiento, verificando la posibilidad de realizar llamadas y su correcta recepción desde el centro de control.
- **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.

Inspecciones de 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 pueda ser necesario realizar 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 posibles defectos y patologías, se comprueban sus dimensiones e interdistancias y se revisa su estado de conservación y mantenimiento.



[Fig. 7].- Imagen termográfica de un punto sobrecalentado hasta los 125°C en el interior de un cuadro.

Inspección de las condiciones de conservación y explotación del túnel

Durante la inspección, se recopila la documentación pendiente de la fase inicial, y 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.

FASE DE EVALUACIÓN

Una vez completada la inspección del túnel, se procesa y analiza toda la información recogida, con objeto de evaluar el funcionamiento de cada sistema del túnel de manera individual y poder emitir un dictamen de seguridad global de cada túnel.

Para cada instalación se establecen tres grados de cumplimiento de los requisitos normativos: favorable, favorable con observaciones y desfavorable.

Las *instalaciones favorables* se consideran aquellas que cumplen la función para la que han sido diseñadas en todos sus aspectos y en la que el estado de los componentes no presenta fallos de funcionamiento o los que presentan no son significativos de cara a la seguridad.

Las *instalaciones favorables con observaciones* son aquellas que cumplen la función para la que han sido diseñadas pero en las que existen determinadas anomalías que deberían corregirse o mejorarse. Los equipos pueden en algún caso presentar fallos, y su incidencia en la seguridad del túnel es leve.

Las *instalaciones desfavorables* son aquellas que, en el momento de la inspección, no permiten asegurar su funcionalidad y por tanto no cumplen la función para la cual han sido desarrolladas. Los equipos de estas instalaciones presentan deficiencias de funcionamiento o son inexistentes.

Con estos criterios, se elabora un informe completo de cumplimiento de los requisitos normativos para cada instalación, y se elabora

un presupuesto estimado de adecuación del túnel a los requisitos normativos. Este informe contiene además todas las fichas de inspección elaboradas durante la inspección.

Este documento de evaluación es muy extenso, por lo que se elabora una tabla de resumen para sintetizar el resultado de la inspección, además de un plano en el que se reflejan la totalidad de las instalaciones del túnel y el resultado de su inspección. Cada sistema se valora, en función de su estado funcional, como favorable (color verde), con observaciones (amarillo) o desfavorable (rojo).

En la **Fig. 8** se muestra un resumen de una inspección de un túnel.

El informe concluye con un dictamen acerca del resultado de la inspección del túnel, de acuerdo con los criterios establecidos.

Aplicación informática para gestión de la información

Para facilitar la gestión de todos los túneles de la RCE, se ha desarrollado para la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento una aplicación informática gestionada a través de una plataforma *web*.

En esta aplicación, denominada **BIT 2.0** (*Base de datos de Inventarios, Incidencias e Inspecciones de Túneles de RCE*), se incluye un inventario completo de cada uno de los túneles, los datos relevantes de todas las incidencias significativas que se producen en los

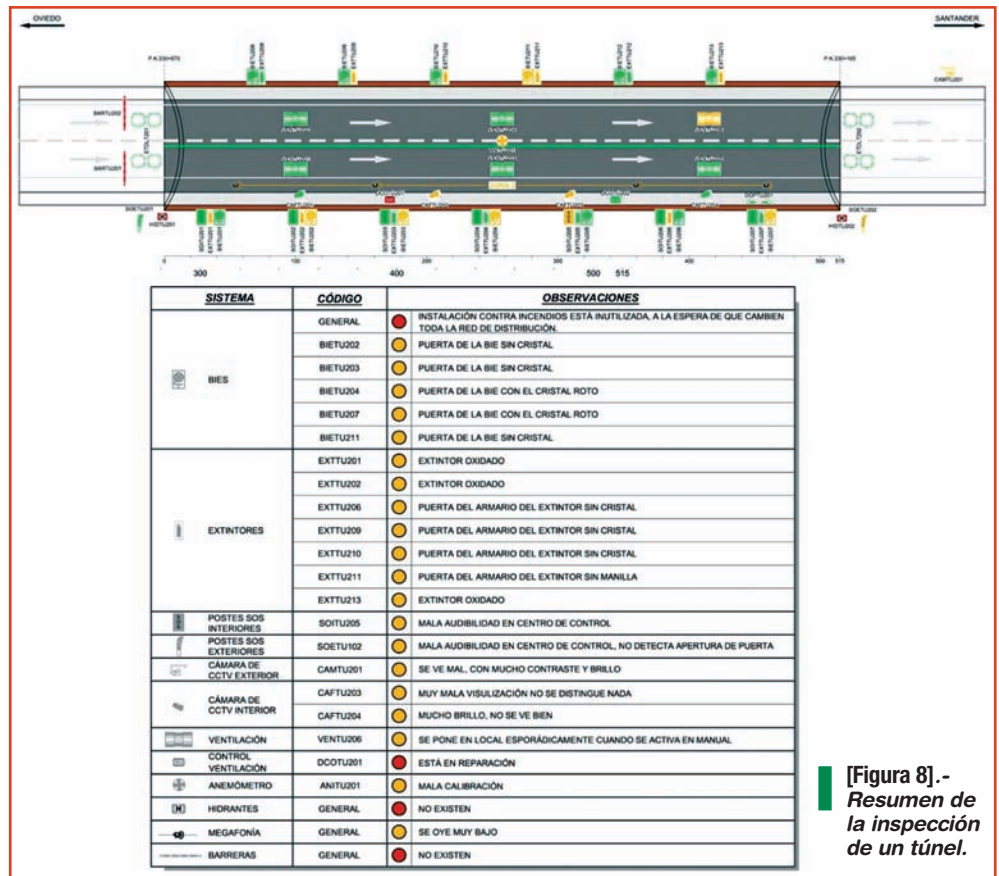
mismos, los informes y datos de avance de las inspecciones periódicas, así como documentación específica de cada túnel (manual de explotación, plan de autoprotección, proyectos, informes, fotos, videos, etc.).

En la **Fig. 9** se muestra una vista de la aplicación en la que se muestran todas sus funcionalidades.

Para que los usuarios de la aplicación puedan gestionar adecuadamente toda la información de la **BIT 2.0**, ésta dispone de una potente herramienta de consulta que permite, estableciendo los filtros adecuados, extraer los datos deseados y, en caso de ser necesario, exportarlos a una hoja 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 el registro de 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 Subdirección General de Conservación como en las Demarcaciones de carreteras del Estado, de las empresas explotadores y de las sociedades concesionarias.



[Figura 8].- Resumen de la inspección de un túnel.



[Figura 9].- Vista de la aplicación informática BIT 2.0 para gestión de la información de los túneles de la R.C.E.

Conclusiones

Los túneles de carretera requieren de numerosas instalaciones para realizar su explotación, tanto en condiciones normales como en caso de emergencia, manteniendo los estándares de seguridad establecidos. Para asegurar que este equipamiento funciona correctamente es necesario un adecuado mantenimiento, así como llevar a cabo inspecciones periódicas, de manera 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 está realizando

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.

El contrato correspondiente a la *Zona 1 – Norte*, que fue adjudicado en 2010, tiene una duración de cuatro años en los cuales está prevista la inspección de 111 túneles, ubicados en Asturias, Cantabria y Galicia, además de León, Palencia y Zamora. Estos trabajos de inspección se vienen desarrollando desde agosto de 2010.

Fruto de estas inspecciones llevadas a cabo, se puede concluir que el estado de conservación y operación global de los túneles inspeccionados es satisfactorio. Al estar actualmente en fase de adecuación de los túneles a los requisitos fijados en el *Real Decreto 635/2006*, se observan carencias en determinadas 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.

Bibliografía

- COMISIÓN EUROPEA (2004). *Directiva 2004/54/CE sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de la red transeuropea de carreteras*.
- GOBIERNO DE ESPAÑA (2006). *R.D. 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles de carretera del Estado*.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS (2008). *O.C. 27/2008, sobre metodología de inspección de túneles*.
- PIARC TECHNICAL COMMITTEE C4 (2011). *Recommendations on management of maintenance and technical inspection of road tunnels*.
- CETU (2011). *Guide de l'inspection du génie civil des tunnels routiers*.
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (2005). *Highway and rail transit tunnel inspection manual*.

GEOCONTROL, S.A.
 Cristobal Bordiú, 19-21 • 28003 Madrid
 ☎: 91 553 17 63 • Fax: 91 554 93 96.
 E-mail: geocontrol@geocontrol.es
 Web: www.geocontrol.es