

Características constructivas y de equipamiento, elementos determinantes de la seguridad en un túnel

## Seguridad en túneles. Sistemas de evacuación



**R**esulta evidente que, en la actualidad, existe una notable sensibilización en cuanto a la seguridad en el tráfico.

Dentro de esta evolución positiva, la infraestructura y superestructura de carreteras está sufriendo un constante desarrollo en el campo de los materiales, del diseño de elementos menos agresivos para las personas en caso de accidente y, como no, en la implantación de modernos sistemas de comunicación aplicados a la información de tráfico y de equipamiento de seguridad.

Una de las obras más singulares de la ingeniería civil, en cuanto a diseño, dotación de instalaciones y equipamientos de seguridad, es el caso de los túneles. Estas estructuras deben garantizar la protección de los usuarios ante percances de diferentes características en su interior, para que siniestros como el ocurrido en marzo de 1999 en el túnel del Mont Blanc, que une Francia e Italia a través de los Alpes, y donde perdieron la vida más de 40 personas, no vuelvan a repetirse.

Por Rosa González de Frutos,  
con la colaboración de IBERPISTAS

**E**n España, según datos de la Dirección General de Carreteras, hay 166 túneles en carreteras de la Red de Interés General del Estado (RIGE); de ellos, 45 en autopistas y el resto, en carreteras convencionales. Esta cifra no incluye los situados en autopistas de peaje ni los dependientes de las redes autonómicas.

En cuanto a su longitud, 13 tienen más de 1.000 metros y 2 superan los 5.000: el de Somport (Huesca), con 8.160 metros, actualmente en construcción, y el de Viella (Lleida), de 5.240 metros.

Se ha demostrado que las características constructivas de un túnel determinan, en gran medida, su nivel de seguridad y condicionan el grado de comodidad y confianza del conductor. De esta forma, el número de personas que se sienten inseguras crece con la longitud del túnel y el tipo y abundancia de instalaciones de que dispone. La sección del túnel genera algunas reacciones en el conductor: un túnel de doble sentido de circulación con anchura in-

ferior a siete metros o altura útil por debajo de cuatro, provoca desconfianza y claustrofobia.

Otro factor destacable en el diseño de túneles, que contribuye a mejorar la seguridad activa de los usuarios, es la adopción de medidas conducentes a eliminar o paliar el posible efecto del deslumbramiento del conductor del vehículo a la salida del túnel, en especial cuando la orientación de la obra en esta zona coincide con la de los rayos solares en algunas horas del día. Esta es la razón por la que, en muchas ocasiones, encontramos un trazado curvo en las bocas de entrada y salida del túnel.

En cuanto al equipamiento de seguridad, un túnel debe contar con alumbrado, señalización semafórica y paneles de información variable, sistemas de comunicación mediante postes SOS y un completo equipamiento frente al riesgo de incendio, que incluye los sistemas de detección, ventilación y extinción. Además, el manejo de todos estos dispositivos debe hacerse electrónicamente, a través de una sala de control situada en una de las bocas.

## DETECCIÓN DE INCENDIOS

El sistema de detección de incendios más utilizado últimamente en la construcción de túneles es el detector lineal bimetalico, que ofrece las condiciones adecuadas para este tipo de aplicaciones. Se trata de un cable retorcido con un aislamiento termosensible que, al alcanzar una temperatura de



Interior de un túnel.

60°C, sufre una alteración de sus características mecánicas, poniendo en cortocircuito los conductores entre sí, efecto éste que se emplea para provocar la alarma de incendios. Midiendo la resistencia de línea hasta el punto en cortocircuito, o subdividiendo la instalación en sectores, se determina el lugar del incendio en el túnel.

El sistema de ventilación y la red de aguas juegan, entonces, un papel fundamental para minimizar las consecuencias del incendio, reduciendo el humo y la temperatura existente en el interior del túnel. El humo disminuye la visibilidad e impide la intervención adecuada de los equipos de socorro. Además, genera pánico y provoca el comportamiento anormal de los usuarios.

Hasta hace pocos años, la discusión de los técnicos en túneles giraba en torno a si era preferible parar la ventilación en el momento del incendio para no avivar la llama o activarla, con el fin de obtener

unos caminos de escape con una visibilidad aceptable.

Según los conocimientos actuales, al presentarse un incendio en un túnel con la ventilación desconectada, el humo se estratifica durante los primeros siete minutos a partir de la iniciación del incendio, extendiéndose a lo largo del techo en ambos sentidos a razón de 1 a 2 m/s, manteniéndose (según intensidad del incendio) una capa de unos 3 metros de altura por encima de la calzada con un nivel de visibilidad aceptable.

Cuando el humo se ha enfriado, se rompe la estratificación, y con ello se inicia la mezcla del humo con el aire limpio con la pérdida total de visibilidad. Este efecto se produce entre ocho y diez minutos desde el inicio del fuego.

Para favorecer la eliminación de humo y asegurar la visibilidad suficiente en los caminos de escape, el método de actuación es el siguiente: al detectarse un incendio, se desconecta toda la ventilación y se determina la zona en la que se encuentra situado el foco del incendio. Entonces, se activan aquellos ventiladores que, encontrándose suficientemente distantes de la zona del fuego, proporcionan una corriente homogénea en dicha zona, que permite evacuar el humo del túnel por el camino más corto posible.

Por otro lado, las elevadas temperaturas, que pueden llegar a alcanzar los 1.000°C, generan el denominado efecto horno; las paredes del túnel, por el efecto refractario o de absorción de calor, se convierten en un horno que alcanza y guarda, durante horas, elevadas temperaturas, con lo que



Centro de control de tráfico del túnel.

la asistencia de bomberos y servicios sanitarios puede retrasarse demasiado.

## SISTEMA DE COMUNICACIÓN

En el caso de producirse algún incidente en el interior de un túnel, estas estructuras cuentan, por lo general, con un completo sistema de megafonía, que permite establecer comunicación acústica con todos los conductores en el interior del túnel y actuar como apoyo al sistema de control por medio de carteles de mensaje variable o señalización de mensajes fijos. Desde el centro de control de instalaciones del túnel, pueden emitirse mensajes en directo o avisos sintetizados o pregrabados.

Los postes SOS de auxilio forman parte del sistema de comunicación, permitiendo la generación de llamadas de emergencia por parte de los usuarios del túnel. Cuando el usuario oprime el pulsador de auxilio de un poste, éste envía un mensaje hacia el centro de control del túnel y espera a recibir el acuse de recibo por parte de la cen-

### QUÉ HACER EN CASO DE EMERGENCIA

- Si se encuentra con una incidencia que obstaculiza su paso, espere las indicaciones de los servicios de emergencia.
- Ante una situación alarmante, abandone su vehículo y utilice, si hubiera, las salidas de emergencia, los refugios o las galerías de retorno. No olvide que estos habitáculos cuentan con dos puertas: nunca abra la segunda sin cerrar primero la anterior.
- Cuando haya humo, camine agachado y tenga en cuenta que dispone de un tiempo aproximado de visibilidad de 10 minutos desde el inicio del incendio.
- Si la salida de emergencia es a otro túnel, tenga cuidado con los vehículos que circulan, existe el riesgo de ser atropellado.
- Nunca intente dar marcha atrás con el coche y sólo inicie una maniobra evasiva si se encuentra muy cerca de la salida.
- Respete las indicaciones de los semáforos, paneles informativos y señales acústicas. Nunca se introduzca en un túnel si el semáforo de la entrada está en rojo.



Sistemas de ventilación



Dotación móvil para emergencias.

tral. Si éste no se recibe, el poste envía automáticamente la demanda tres veces hasta recibir contestación. Si, a pesar de los intentos, nadie escucha el mensaje en el centro de control, el poste queda temporalmente fuera de servicio. Por el contrario, si la comunicación es satisfactoria, el usuario puede mandar su mensaje de auxilio, asegurando, de esta forma, que el aviso está siendo escuchado por el responsable del centro de control, quien puede proporcionar la ayuda solicitada por el usuario.

## ILUMINACIÓN

Para que el tráfico en el interior de un túnel sea seguro y fluido, es preciso que el conductor disponga de la suficiente información visual, de manera que pueda distinguir la dirección del mismo, así como la presencia o ausencia de obstáculos y sus movimientos. La situación más crítica se

produce, durante el día, en la entrada de los túneles largos. Toman esa condición aquellos cuya longitud supera los 200 m, los interurbanos o rurales con velocidad limitada a 80 km/h, o aquellos de longitud menor, en los que no se puede distinguir la salida desde su entrada. La salida de un túnel es menos problemática, ya que la adaptación de la visión a un nivel de iluminación superior es más cómoda que a un nivel inferior.

A pesar de que la iluminación de un túnel es variable en función del tramo (umbral de entrada, zonas de transición y central o interior del túnel), de la ubicación del túnel (urbano o interurbano) y de las condiciones externas de iluminación (día o noche), es complicado eliminar por completo efectos de adaptación, con lo que es recomendable que el conductor adopte medidas preventivas elementales, como reducir la velocidad y aumentar el grado de atención.