

4. INCENDIOS EN TÚNELES

4.1. ANTECEDENTES

Los incendios en túneles han estado siempre en el centro de los debates sobre la seguridad de estas infraestructuras. En el *capítulo 4* se presenta una breve caracterización de estos incendios, seguida de una exposición de los factores más importantes que influyen en ellos y de una lista de los datos que deben recopilarse sobre estos sucesos. Los datos relativos a los incendios en túneles ocupan la mayor parte de este capítulo, concretamente las tasas de ocurrencia.

En 1999 PIARC [7] recogió y publicó datos y estadísticas internacionales sobre incendios en túneles, (PIARC doc. 05.05.B – Fire and Smoke Control in Road Tunnels). Este informe, que actualmente cuenta con más de 15 años, ha servido como principal referencia en la estimación de las tasas base de ocurrencia de incendios en túneles. En este informe, los datos se corresponden con túneles concretos de diversos países seleccionados.

Desde entonces, el rango y la calidad de los datos sobre incendios en túneles han mejorado. Durante la elaboración de este informe se pudo recopilar y valorar información detallada sobre incendios en túneles de 12 países distintos. El objetivo es presentar datos estadísticos sobre estos sucesos de diversos países así como información adicional que pueda ser útil para describir las características de incendios reales en túneles, de modo que sea posible realizar una mejor estimación y gestión de los parámetros de riesgo de incendio; por ejemplo en los análisis de riesgos, en la fase de diseño de los túneles o en la de fase de explotación de los mismos. La experiencia adquirida con los incendios puede servir también como base para valorar la explotación de los túneles, la actuación de los servicios de emergencia y el comportamiento de los usuarios.

Este capítulo se centra principalmente en la actualización de las tasas de ocurrencia de los incendios más que en exponer las consecuencias de los mismos, ya que las consecuencias de un incendio en un túnel en particular dependen en gran medida de las circunstancias específicas del suceso. Como los incendios en túneles son sucesos poco frecuentes, un enfoque exclusivamente estadístico para la evaluación de las consecuencias de los mismos no es por lo general suficiente.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS INCENDIOS EN TÚNELES

Los debates relativos a incendios en túneles giran a menudo en torno a los incidentes extremos que tuvieron lugar en los túneles de Mont Blanc, Tauern o San Gotardo. Sin embargo, la realidad muestra que la mayor parte de los incendios son eventos comparativamente menores aunque, potencialmente, puedan evolucionar hacia incidentes más peligrosos dependiendo de diferentes parámetros. El espacio confinado en un túnel constituye un ambiente cuyas condiciones pueden hacerse rápidamente insostenibles para los usuarios en caso de incendio. En el contexto de diversos programas de investigación, tanto de ámbito nacional como internacional, se han desarrollado diversos ensayos con fuego real con el fin de confirmar ciertos supuestos sobre el tamaño y el comportamiento de estos incendios; estas pruebas se han centrado de nuevo en incendios a gran escala, de gran potencia calorífica. Estos ensayos se realizaron con unas condiciones particulares y los resultados deben ser verificados con datos sobre incendios reales a partir de estadísticas.

La toma de datos para estos fines estadísticos requiere una definición más rigurosa de qué sucesos deben considerarse "*incendios*". Hoy en día, existen diferentes criterios en distintos países sobre si un suceso registrado se considera incendio o no (para la definición del término "*incendio*" en el contexto de este informe, véase el apartado 1.2). Igualmente, existen diferentes métodos de detección de estos incendios así como de registro, o no, de sus causas. A menudo el tamaño del incendio no se evalúa o registra, por lo que este valor debe ser estimado según ciertos indicadores. Los diferentes métodos de recopilación de datos pueden explicarse según varios factores tales como la diferente localización de los túneles (urbanos o rurales), la densidad del tráfico, el diferente nivel de monitorización según la longitud del túnel, etc. Para una mejor comprensión de la frecuencia e intensidad de los incendios en túneles puede ser necesario analizar la ocurrencia de los mismos, la carga calorífica, la potencia térmica, la duración del incendio y su desarrollo, y posiblemente también las causas del fuego y sus consecuencias.

Algunos factores clave relevantes para la caracterización de los incendios en túneles son los siguientes:

Desarrollo del incendio

- Velocidad de desarrollo:
 - desarrollo lento con humo
 - desarrollo rápido
 - desarrollo explosivo

Tamaño del incendio

- carga de incendio
- incendio totalmente desarrollado
- incendio no desarrollado totalmente

Causas del incendio.

- Colisión
- Problema en un vehículo que desencadena un incendio: por ejemplo fuego en el motor / recalentamiento de los frenos, etc.

La velocidad de desarrollo de un incendio y el tamaño del mismo tienen una relevancia significativa en la seguridad del túnel. Ambos están influenciados por la naturaleza de la carga de fuego, las condiciones técnicas de los vehículos implicados y las condiciones del flujo del aire en el túnel durante el desarrollo del incendio, así como por el diseño de seguridad frente al fuego de cada túnel en particular.

La potencia térmica máxima liberada por un incendio depende de la cantidad y del tipo de material de la carga de fuego, de las condiciones de suministro de oxígeno, de las características del túnel, de la respuesta de los sistemas, etc. Los incendios de vehículos ligeros rara vez desarrollan potencias térmicas muy altas, mientras que los incendios plenamente desarrollados de la carga de vehículos pesados y de líquidos inflamables derramados pueden llegar a alcanzar unas potencias muy elevadas.

Los dos tipos de incendios en túneles (generados por un accidente o un fallo en el vehículo) pueden distinguirse según sus características: los incendios provocados por un fallo del

vehículo suelen comenzar en el motor, el escape, las ruedas o los frenos; pocas veces en la carga. En la mayor parte de los casos, estos incendios son fuegos que nacen confinados y tienden a desarrollarse lentamente en una primera fase, con un progresivo desarrollo en etapas posteriores, hasta alcanzar su máxima intensidad. Este tipo de desarrollo aumenta las posibilidades de su extinción (o de retrasar su posterior desarrollo) mediante extintores manuales, sistemas de extinción de incendios fijos y/o la acción de los bomberos, antes de que pueda llegar a ser una amenaza para la salud y la seguridad de las personas que se encuentran en el túnel. Los incendios generados tras un accidente frecuentemente se aceleran por el combustible que se derrama durante el propio suceso (en cantidad limitada), provocando de esta manera un desarrollo habitualmente más rápido. Los incendios de líquidos inflamables, como por ejemplo el generado por un derrame de los mismos, son muy poco frecuentes y requieren el vertido de una gran cantidad de líquido inflamable (como consecuencia de una colisión o por otros motivos).

4.3. FACTORES DE INFLUENCIA EN LOS INCENDIOS EN TÚNELES

Por lo general, se considera que existen diversos factores que influyen en las tasas de ocurrencia de los incendios. Algunos de ellos se estiman en base al criterio de expertos e indicadores; en otros casos, la estimación se realiza según registros y estadísticas.

Habitualmente se diferencia entre los incendios causados por accidentes y los que se consideran consecuencia de fallos de los vehículos (fallos técnicos, eléctricos o mecánicos). La mayoría de los incendios de vehículos son resultado de fallos en los mismos. Sin embargo, los incendios causados por accidentes pueden conllevar graves consecuencias pues pueden desarrollarse más rápidamente y a menudo afectan a usuarios, que no pueden salir del vehículo incendiado. En este capítulo, no se estudian los factores que influyen en los accidentes (y que sólo influyen indirectamente en los incendios), ya que esto ya ha sido tratado en el *Capítulo 3*.

Los siguientes factores son relevantes para determinar la probabilidad o la frecuencia de incendio:

- Tasas de accidentes.
- Porcentaje de tráfico de vehículos pesados (ya que puede existir diferencia entre la frecuencia de incendio de los vehículos pesados y los vehículos ligeros).
- Pendientes del túnel y longitud de las mismas.
- Pendiente en los accesos al túnel.
- Combinación de la longitud del túnel y su pendiente.
- Composición del tráfico / antigüedad y estándares técnicos de los vehículos, así como el mantenimiento de los vehículos pesados.

El desarrollo y las consecuencias del incendio una vez iniciado no son objeto de estudio más detallado en este capítulo. Se remite para ello al anejo, que proporciona una muestra representativa de incendios característicos en túneles.

Para establecer una base más sólida para la cuantificación de los factores que influyen en las tasas de incendio será necesario anotar todos los parámetros relevantes en el momento de registrar la información de un incendio. Mediante el análisis de esta información, será posible establecer una relación entre un parámetro dado y la tasa de ocurrencia de los incendios.