

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.

Hasta ahora, las estadísticas han sido insuficientes para establecer modelos fiables sobre la influencia de la pendiente, y la combinación de pendiente y longitud, en las tasas de incendio. Por este motivo los modelos existentes pueden ser considerados como opiniones de expertos que posteriormente podrían ser respaldados con datos reales.

También se puede observar que la composición del tráfico en cuanto a la antigüedad y los estándares técnicos de los vehículos influye en las tasas de incendio. En concreto, es importante que los frenos de los vehículos pesados sean adecuados para túneles o rutas de montaña con fuertes pendientes de bajada y que el sistema de escape y la transmisión del motor puedan soportar las pendientes de subida. Sin embargo, hasta el momento, no hay disponible ninguna base estadística para cuantificar esta influencia.

Se debe señalar que los datos estadísticos son útiles para la formación de modelos. En muchos casos, sin embargo, los datos estadísticos se deben combinar con alguna clase de juicio experto. Un modelo enteramente estadístico podría, por ejemplo, llegar al resultado de que los túneles con sistemas de supervisión o vigilancia tienen una tasa mayor de incendios que los que no disponen de ellos. Por supuesto, esto no implica que la tasa de incendio esté influenciada por la supervisión, sino que estos sistemas influyen en la calidad del conjunto de datos.

4.4. TOMA DE DATOS EN INCENDIOS EN TÚNELES

Para mejorar la seguridad en los túneles es necesario aprender de la experiencia de sucesos reales. Los incendios en túneles son relativamente poco frecuentes y por ello es muy importante que se registren todos los aspectos relevantes de los mismos. Independientemente de las características del incendio, y en concreto del tamaño del mismo, es esencial documentar los parámetros más relevantes para que, de esta manera, se encuentren disponibles para futuras valoraciones, porque incluso la experiencia de los incendios pequeños es útil para mejorar la seguridad. A este respecto, se recomienda documentar también aquellos incidentes (como la salida de humo sin combustión) que no estén definidos como incendios de acuerdo con este mismo informe (véase el Capítulo 1.2).

Dado que los incendios son sucesos poco frecuentes, es justificable una recopilación de información más detallada que en el caso de incidentes más frecuentes. En el futuro, se podrá mejorar la propia toma de datos de modo que las estadísticas sobre incendios sean más fiables. Es conveniente recoger los siguientes datos sobre incendios:

- Datos sobre el túnel, nombre, unidireccional o bidireccional, longitud y pendiente.
- Momento en el que ocurrió el incendio, (año, mes, día y hora).
- Datos de tráfico característicos (IMD, composición del tráfico, en concreto el porcentaje de pesados, etc.), características específicas del tráfico (en particular la congestión), situación del tráfico antes y durante el suceso.
- Localización del incendio en el túnel.
- Características del incendio:
 - Desarrollo del incendio (tiempo estimado desde el inicio hasta la quema completa del vehículo / extinción del incendio).
 - Estimación de la máxima potencia calorífica (MW).
 - Indicación de las temperaturas durante el incendio.

- Duración del incendio.
- Consecuencias del incendio:
 - Vehículos involucrados (vehículos pesados y vehículos ligeros, número).
 - Personas implicadas (número).
 - Víctimas (número, fallecidos, heridos, hospitalizados, etc.).
 - Indicación de los daños a los vehículos implicados (útil para estimar el tamaño del incendio).
 - Daños al túnel (construcción, instalaciones, etc., también útil para estimar el tamaño del incendio).
- Duración del cierre del túnel.
- Dónde y con qué medios se ha detectado el incendio.
- Causas del incendio, p. ej.
 - Accidente.
 - Fallos del vehículo, mecánicos, eléctrico (p. ej. frenos recalentados).
 - Incendio en las instalaciones técnicas del túnel.
- Cómo se ha extinguido el incendio.
- Trabajo de bomberos y otros servicios de emergencia durante el rescate (qué organismo, hora de alarma, tiempo hasta la llegada al lugar del incendio, tiempo de inicio de extinción del incendio, tiempo hasta el control del mismo, tiempo hasta su total extinción).
- Ventilación del incendio: tipo, (ventilación longitudinal, extracción de humos, etc.), efectos (propagación del humo a lo largo del túnel en función del tiempo, back-layering).
- Actuación del equipamiento de seguridad del túnel; ¿las instalaciones respondieron como se esperaba, o fallaron o mostraron un comportamiento inesperado?
- Detalles de la evacuación:
 - Salidas de emergencia, interdistancia.
 - Momento de alarma/alerta/anuncio.
 - Tiempo transcurrido desde la activación de la alarma de incendio hasta el inicio de la auto-evacuación.
 - Tiempo hasta completar la auto-evacuación.
 - Número de personas evacuadas.
 - Actividades de los servicios de emergencia en apoyo a la evacuación.
 - Número de personas con dificultades físicas que necesitaron asistencia.
 - Cómo se asistió y cobijó a las personas evacuadas.
- También se deberían anotar unas observaciones generales respecto al comportamiento de las personas implicadas en el incidente.

Además, se deberían valorar sistemáticamente todos los datos registrados automáticamente por los distintos sistemas técnicos (p. ej. video-vigilancia, sistemas de detección y alarma, etc.).

4.5. DATOS DISPONIBLES

Desde su publicación en 1999, el informe 05.05B del PIARC Fires and Smoke Control in Road Tunnels ("*Control de incendios y de humo en los túneles de carretera*") [7] ha sido una de las fuentes de datos sobre los incendios en túneles de carretera.

Este informe incluye la siguiente información:

- *Tasas de incendio de túneles específicos de diferentes países, con un rango de 0 a 250 por cada 10^º vehículos. Por ejemplo: se menciona una tasa de incendio de 90 incendios por cada 10^º vehículos y km en el túnel del Elba, con una distribución de 60 incendios por cada 10^º vehículos ligeros y kilómetro y de 250 incendios por cada 10^º vehículos pesados y km.*
- *Las estadísticas de Francia de incendios en túneles indican unos valores de entre 10 - 20 incendios por cada 10^º vehículos ligeros y kilómetro y de 80 por cada 10^º vehículos pesados sin mercancías peligrosas y kilómetro (resultando 20 - 30 incendios por cada 10^º vehículos y kilómetro para un tráfico con una proporción del 15 % de vehículos pesados). Igualmente, para los incendios en túneles de Francia, se proporciona una estimación de la tasa de ocurrencia para diferentes tamaños de incendios.*

En principio debe subrayarse que únicamente mediante estadísticas no es posible establecer las bases para entender por qué ocurren y se desarrollan los incendios. Los incidentes con incendio que se describen en el [capítulo 5](#) (junto con el resto de casos conocidos, incluyendo los famosos incendios del Mont Blanc, Tauern, San Gotardo, Via Mala Burnley, etc.) se pueden utilizar para establecer un conocimiento cualitativo sobre el posible curso de los acontecimientos durante un incendio. La opinión de los expertos debe estar basada, en cualquier caso, en el conocimiento de la información disponible sobre incendios reales. Aún más, una información detallada y completa sobre los incendios puede usarse para establecer valores de referencia y factores de influencia. En esta sección se utilizan datos estadísticos para establecer las tasas de ocurrencia de incendio. En el [Apéndice 4](#) se presentan los datos y la información relevante que se tomó como base en el cálculo de estos valores.

Las tasas de ocurrencia de incendio se presentan como ratios por vehículo y kilómetro, lo que requería registrar igualmente la intensidad de tráfico en los túneles durante el periodo de toma de información y en el área geográfica de referencia.

Debe destacarse que sobre algunos países se encontraba disponible una extensa y completa información (según se puede ver en la parte derecha de la [tabla 6](#)) mientras que sobre otros sólo se pudo obtener una serie limitada de datos. A continuación se muestra una lista de países de los que se pudieron recopilar datos para el cálculo de las tasas medias de incendios (ver [tabla 6](#)):

- Austria
- Alemania
- Corea del Sur
- España
- Francia
- Holanda
- Italia

- Japón
- Noruega
- Reino Unido
- República Checa
- Vietnam

TABLA 6: TASAS MEDIAS DE INCENDIOS EN TÚNELES DE CARRETERA DE VARIOS PAÍSES

País	Tasas de incendios para todos los vehículos (por 10 ⁹ vehículos-km)
Noruega	15,0
Holanda	3,2
Austria	6,5
Alemania ^o	25,7
Italia	5,6
España	3,5
Francia	10,6
Reino Unido [#]	Datos insuficientes (10 - 20)
República Checa	17 - 25
Japón [^]	(38)
Corea del Sur	6,4
Vietnam [*]	560

Notas: # El valor del Reino Unido entre paréntesis es una estimación.

[^] Solo se incluyen cuatro túneles con incendios; la tasa es un valor límite superior para Japón.

^{*} Las estadísticas cubren solamente un único túnel.

^o Los datos disponibles solo cubren 28 túneles TERN alemanes; también se incluyen los incendios menores.

Los datos sobre los que se sustentan estas tasas de incendios se incluyen en el *apéndice 4.1*.

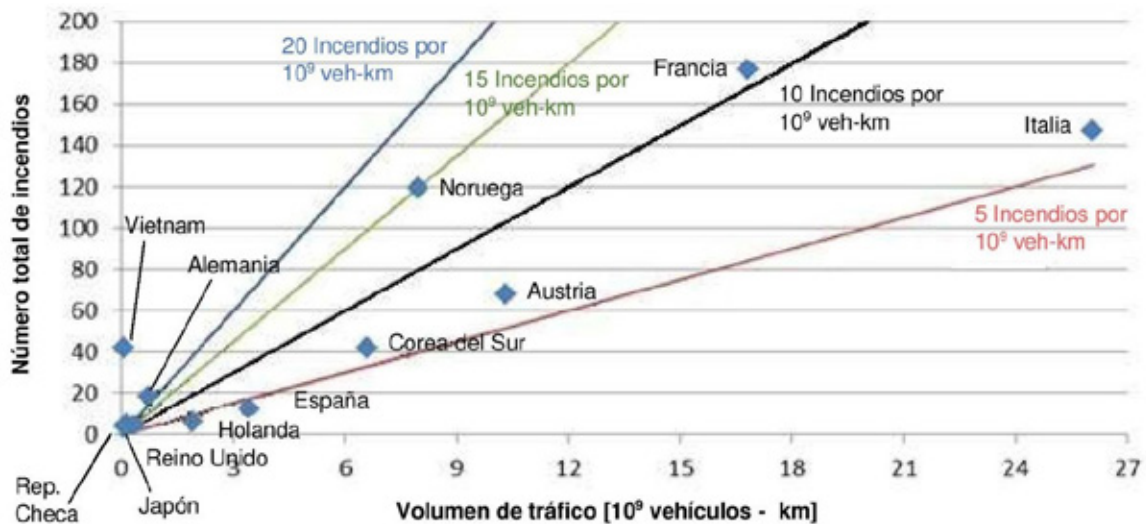


Ilustración 8: número total de incendios en los registros mostrados en relación con el tráfico correspondiente para varios países. referencia superior e inferior de las tasas de incendio.

En la *ilustración 8* se comparan las tasas de ocurrencia de incendio en función de su valor numérico expresado en 10⁹ vehículos y kilómetro. En vez de presentar de forma gráfica las tasas de incendio, se muestra el número total de incendios registrados en relación con la

densidad de tráfico correspondiente a cada uno de los países de la *tabla 6*. De este modo, en la *ilustración 8*, la pendiente de la recta entre (0,0) y el punto (número incendios, volumen tráfico) correspondería a la tasa de incendios. Los datos basados en densidades de tráfico altas en túneles (como por ejemplo Austria, Francia, Italia, Noruega y Corea del Sur) tienen más relevancia en la tasa general de incendios que aquellos con una baja densidad de tráfico. Para más información sobre la base de datos de cada país, debe acudir al apéndice.

Como se ilustra en la *ilustración 8*, las tasas de incendio se mantienen en general en el intervalo entre 5 - 10 incendios por cada 109 vehículos y kilómetro. Este valor tiene a disminuir si lo comparamos con los valores del informe 05.05.B de 1999 del PIARC que, como ya se ha mencionado, se hallaban entre 0 y 250 por cada 109 vehículos y kilómetro en túneles, cifra obtenida a partir de los datos de túneles individuales, con una media de 45 por cada 109 vehículos y kilómetro.

Con el nivel actual de detalle de los registros de incendios, no parece que sea posible establecer una tasa de incendios general para vehículos pesados debido a que los resultados no son coherentes en los diferentes países. En Austria las tasas de incendio para vehículos pesados son cuatro veces mayores que para los vehículos en general. En la zona este de Noruega dicha tasa es dos veces mayor que para todos los vehículos, mientras que en la zona oeste, es igual a la del resto de los vehículos. En Holanda, la tasa que se proporciona de vehículos pesados es para aquéllos cuyo incendio supera los 25 MW, por lo que no se puede comparar con el resto de tasas. En Francia la tasa de incendios para vehículos pesados es un 70 % mayor en túneles unidireccionales y cuatro veces mayor en los bidireccionales, con una media de 2,7 para todos los túneles. En otros países los datos eran escasos, o inexistentes. La tasa de incendios de vehículos pesados indicada en el informe 05.05.B, de 1999, del PIARC —cuatro veces mayor que la correspondiente a la general para todos los vehículos— parece situarse en el límite superior del rango de registros de Noruega, Francia y Austria.

En los casos en los que ha sido posible, los sucesos de "*humo sin combustión significativa*" (ver las definiciones en el *capítulo 1.2*) se han excluido de la base estadística. Sin embargo, en algunos casos, estos incidentes pueden haber sido contabilizados como incendios, lo que generaría una tendencia al alza en las tasas de incendio presentadas anteriormente.

En general hay una gran incertidumbre asociada a los registros de incendios y las tasas resultantes. Como se explica en el apartado 4.7, puede que algunos incendios no se hayan registrado (cifras ocultas) y este fenómeno hace que las tasas de incendio estimadas sean de un valor inferior al real. Otras diferencias en los valores de las tasas de incendio pueden deberse a las diferencias en el diseño de los túneles, los hábitos de conducción, los vehículos, etc. en los diferentes países/túneles.

4.6. TIPO E INTENSIDAD DE LOS INCENDIOS

Además de las tasas estimadas de incendio para los vehículos en general y para los vehículos pesados en particular, es relevante realizar una estimación del tipo e intensidad de los incendios. Las estimaciones, registros y opiniones de los expertos a este respecto se presentan en el *apéndice 4.1*, particularmente procedentes de Austria, Corea del Sur y, hasta cierto punto, desde Noruega y Holanda

En Austria se registraron las causas de incendio y se demostró que una gran mayoría de los incendios (60 de 68) fueron causados por defectos en el propio vehículo (autoignición). Seis incendios fueron el resultado de accidentes (cinco de vehículos de pasajeros, uno de un vehículo pesado) y el origen de otros dos es desconocido. Esto significa que el 90 % de todos los incendios tiene su origen en la autoignición y que el 10 % en accidentes.

Se midió la autoignición en relación con las averías: mientras que los coches tienen 1,5 autoigniciones por cada 1000 averías, los vehículos pesados tienen 9,9. La tasa de autoignición de vehículos pesados está influenciada por la pendiente de los tramos de carretera previos al túnel. La tasa de incendios causados por autoignición es por lo tanto de 3 a 6 veces mayor para los vehículos pesados que para los ligeros, en base a los datos de Austria y Francia. Los datos de Noruega mostraron unas tasas de incendios tan solo 1,5 - 2 veces mayores para vehículos pesados que para los ligeros.

Como ejemplo de su distribución se muestran los registros Austria, Corea del Sur e Italia en las *tablas 7, 8 y 9*.

TABLA 7: DISTRIBUCIÓN DE LA INTENSIDAD DE LOS INCENDIOS A PARTIR DE LAS ESTADÍSTICAS DE AUSTRIA		
Intensidad del incendio	vehículos no pesados	vehículos pesados
Exterior*	6 %	25 %
0-1 MW	58 %	37 %
5 MW	36 %	23 %
30 MW		14 %
100 MW		1 %
	100 %	100 %

* En las estadísticas de Austria, se contabilizan como incendios en túnel aquéllos en los que el vehículo incendiado se detiene fuera del túnel, justo antes de entrar al mismo o justo después de salir.

TABLA 8: DISTRIBUCIÓN DE LA INTENSIDAD DEL INCENDIO EN BASE A LOS DATOS REGISTRADOS EN LOS TÚNELES DE LAS AUTOVÍAS DE COREA DEL SUR		
Intensidad del incendio	vehículos no pesados	vehículos pesados
1 MW	77%	17%
5MW	23%	42%
25MW		33%
50 MW		8%
100MW		
200MW		
	100%	100%

TABLA 9: DISTRIBUCIÓN DE LA INTENSIDAD DEL INCENDIO SEGÚN LAS DIRECTRICES ITALIANAS [48]		
Intensidad del incendio	vehículos no pesados	vehículos pesados
0-1 MW	40%	85%
5 MW	59%	
8 MW	1%	
15 MW		12%
30 MW		2%
50MW		1%
	100%	100%

Se debe mencionar que hay un grado mucho mayor de incertidumbre en los números que describen el tamaño del incendio que en las tasas de incendio, porque la información registrada sobre el tamaño del incendio a menudo es escasa e imprecisa.

Igualmente, debe señalarse que esta información es particularmente relevante para la evaluación del riesgo, ya que influye de forma significativa en los resultados del modelado del riesgo de incendio. El dato refleja la situación que se puede esperar en un túnel de carretera, sin medidas especiales que influyan en el desarrollo del incendio (como actuación temprana de los equipos de intervención o sistemas activos de protección contra incendio). Se debe realizar una clara referencia al tamaño del incendio previsto en fase de proyecto, un valor determinante definido en la normativa y que sirve como base en el diseño de las diferentes instalaciones, como, por ejemplo, para proyectar el sistema de ventilación del túnel.

4.7. CIFRAS OCULTAS/ SUPERVISIÓN

Es posible que algunos túneles hayan padecido incendios aunque no figuren en las estadísticas. Este fenómeno puede ser denominado como "*cifras ocultas*".

La tasa de incendios registrada depende en gran medida de los sistemas de supervisión presentes en el túnel, como muestra la figura 9 (valores obtenidos de los datos registrados en Noruega, donde distinguen entre túneles con o sin sistemas supervisión). La diferencia entre la tasa de incendios de túneles que disponen de estos sistemas y la de los que no, puede dar una idea de la cuantía de estas cifras ocultas. Asumiendo que la frecuencia del suceso sería la misma en la totalidad de los túneles y en aquellos que disponen de sistemas de supervisión, las cifras ocultas parecen representar más del doble de los registros actuales.

Asimismo, en las estadísticas, suelen existir un mejor registro de los sucesos cuanto más reciente sea el mismo. En los datos de Noruega, puede observarse como la tasa de incendio tiene una tendencia creciente con el tiempo, que se encontraría en contradicción con la evolución general de estos valores. Los resultados indican que los antiguos registros pueden estar incompletos.

Se debe tener en cuenta que las cifras ocultas pueden estar relacionadas principalmente con incendios de menor envergadura. En un túnel sin sistemas de supervisión, puede darse un pequeño incendio (y extinguirse mediante extintores o similar) sin que se registre por la policía ni por los bomberos. Los incendios graves o muy graves en los que sea necesaria la intervención de los bomberos o donde los daños producidos sean importantes, serán registrados con mayor probabilidad por estos servicios de emergencia. Estos incendios son los que probablemente están incluidos en las estadísticas.

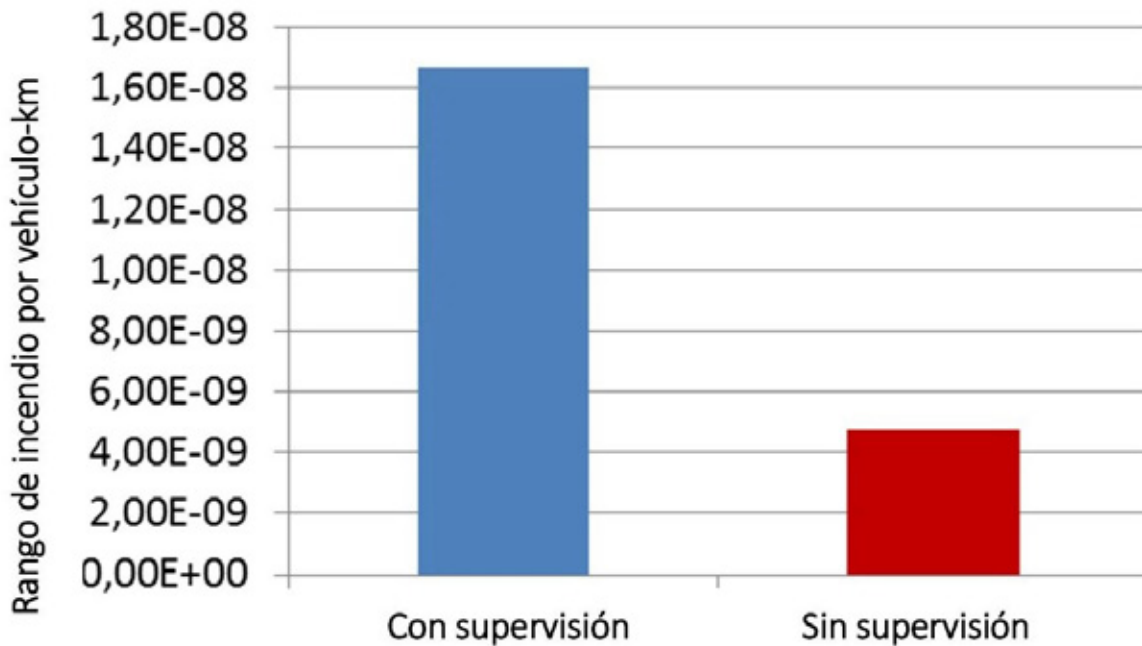


Ilustración 9: comparación de las tasas de incendio en túneles (en noruega) con y sin supervisión

Según se deduce de estos resultados, es importante realizar una toma de datos completa y exhaustiva.

4.8. APLICACIONES DE LOS DATOS Y CONCLUSIONES

En varios textos normativos se establece la necesidad de decidir en base a una evaluación de los riesgos: esto incluye tanto las normas de ámbito nacional como la Directiva Europea 2004/54/CE. Además, la realización de análisis de los riesgos y la toma de decisiones sobre instalaciones de seguridad o de protección contra incendios en los túneles, en base a estos análisis, se ha convertido en una práctica habitual (ver el Capítulo 6, que analiza las experiencias adquirida en materia de aplicación de análisis de riesgos). Sin embargo, para estimar la frecuencia esperada de incendios en un túnel, hay que disponer de una base de datos de tasas de incendios e información sobre el tamaño de los mismos y su desarrollo.

En el presente capítulo, se han estimado tasas de incendio para túneles de distintas partes del mundo.

De estos valores se desprende que la tasa de incendios de un "túnel medio" se sitúa entre 5 y 15 incendios por cada 109 vehículos y kilómetro. La dispersión de los datos de un túnel a otro es muy significativa; un solo túnel investigado tenía una tasa de más de 500 incendios por cada 109 vehículos y kilómetro. Diversos factores pueden influir sobre los datos registrados, como por ejemplo el diseño del túnel, su localización, la geometría de la carretera, la supervisión, los estándares técnicos de los vehículos, la normativa de tráfico, los límites de velocidad, la forma de conducir, etc.

El registro de datos sobre incendios sirve como base para establecer las tasas de ocurrencia de los mismos y para la realización de análisis de riesgos, los que a su vez pueden implicar decisiones sobre las medidas de seguridad en los túneles. Por ello, es importante que en el

futuro se recojan datos fiables de un gran número de túneles, de forma que la base estadística vaya mejorando con los años.

Para la estimación de la frecuencia de incendio en un determinado túnel, es necesario determinar la tasa de ocurrencia de incendios base a aplicar y, asimismo, tener en cuenta la influencia que las características especiales de dicho túnel puedan tener en esta tasa, así como las características del tráfico y los estándares técnicos de los vehículos que circulan por el túnel.

Las tasas de incendio deben utilizarse con prudencia; la evaluación de su aplicabilidad y la modificación de las tasas para su particularización a cada túnel deben llevarse a cabo por expertos en seguridad de túneles. Cumpliendo estas condiciones, las tasas pueden aplicarse para equipar los túneles con sistemas de seguridad proporcionados al riesgo de incendio existente en los mismos.