

5. EJEMPLOS DE HALLAZGOS INTERESANTES OBTENIDOS A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCIDENTES REALES

Mientras que los *capítulos 3 y 4* tratan la evaluación de datos sobre incidentes a nivel de una red de carreteras, el *capítulo 5* se centra en incidentes reales a nivel de un túnel individual. De este modo, el lector podrá adquirir una idea del tipo de incidentes que tienen lugar en túneles (véase la documentación de incidentes reales en el *anexo 5.1*) así como consultar ejemplos cuyas conclusiones pueden ser extrapoladas a nivel general, basándose en la evaluación de dichos incidentes. También constituye una fuente interesante para la planificación de simulacros de incidentes por parte de los servicios de emergencia.

Este capítulo está organizado del siguiente modo:

- En primer lugar, se expone el propósito del capítulo, y se explica cómo se ha obtenido la información necesaria para su desarrollo.
- A continuación se presenta un estudio con la diferente información de interés que se puede obtener a partir de los datos procedentes de incidentes reales.
- Finalmente, se muestran ejemplos de cómo los diferentes actores involucrados en la seguridad de un túnel pueden sacar partido de dicha información.

5.1. INFORMACIÓN OBTENIDA

La información registrada en incidentes reales puede ser usada con fines estadísticos/generalistas o con fines ilustrativos (ver *capítulos 3 y 4*). Ambas interpretaciones permiten obtener interesantes resultados aunque conducen a conclusiones diferentes. En función del objetivo final (estadístico o ilustrativo), la manera de usar los datos (véase el capítulo 2) es diferente.

Aunque hagan referencia a un contexto concreto, a menudo es posible obtener conclusiones de interés general a partir de la información cualitativa (aunque detallada) de incidentes reales (vídeos, informes de incidentes, etc.).

Uno de los objetivos de este capítulo es proporcionar una idea del tipo de resultados y conclusiones que se pueden obtener analizando la información obtenida en incidentes reales; estos resultados y conclusiones tienen fines ilustrativos (no estadísticos), y se basan en distintos tipos de incidentes reales incluidos en el *anexo 5.1*.

La información mostrada en éste capítulo ha sido recopilada por los miembros del Comité Técnico 3.3, realizando entrevistas a nivel mundial con un cuestionario diseñado específicamente para este análisis y tratando la información de forma anónima. Se basa en las contribuciones de los siguientes países:

- Alemania
- Chile
- Corea del Sur
- Dinamarca
- Eslovenia
- España

- Francia
- Grecia
- Holanda
- Japón
- México
- Noruega
- Republica Checa
- Singapur
- Suecia
- Vietnam

Nota: También se puede obtener información muy valiosa de publicaciones y/o informes accesibles al público, como por ejemplo aquéllos que, bien documentados, analizan accidentes importantes tales como el incendio del túnel de Mont-Blanc acontecido el 24 de marzo de 1999 o el accidente del túnel Burnley (Melbourne), que tuvo lugar el 23 de Marzo de 2007 [55], etc.

El objetivo del cuestionario era que el entrevistador pudiera obtener información general acerca de:

- Las características principales del túnel donde aconteció el incidente (longitud, urbano/interurbano/rural, nivel de tráfico, unidireccional o bidireccional, etc.).
- El tipo de incidente: averías, accidentes, incendios, incidentes con mercancías peligrosas, etc.
- Tipo de vehículos involucrados: turismos, camiones, autobuses, vehículos con mercancías peligrosas, etc.
- Principales lecciones extraídas del incidente desde diferentes puntos de vista: comportamiento de los usuarios del túnel, operador del túnel, servicios de emergencia, infraestructuras, etc.

Además, se han recogido imágenes y vídeos de algunos incidentes.

En la siguiente tabla se puede observar la gran variedad de tipos de incidentes incluidos en el *anexo 5.1*. En ella aparecen enumerados del mismo modo que en dicho anexo.

TABLA 10: TIPOS DE ACCIDENTES INVESTIGADOS

Tipo de incidente	Tipo de vehículo				
	Motocicleta	Vehículos ligeros de 4 ruedas	Camiones	Autobuses	Vehículos con mercancías peligrosas
Avería		4, 15			
Colisión con las paredes del túnel	24	21, 25, 29	9, 30, 34		11, 12
Colisión por alcance		4, 5, 7, 14, 15, 31	2, 11, 33		11
Colisión frontal		6	33		
Humo		16		23	13
Incendio completamente desarrollado	24	1, 3, 6, 10, 14, 21, 25, 26, 27, 28	2, 17, 18, 19, 22, 30	8, 32	12
Fugas de mercancías peligrosas o de combustible			20		

Los autores de este informe agradecen a todos los responsables de explotación de túneles la oportunidad que dieron a la PIARC de recopilar y utilizar esta interesante y valiosa información.

5.2. RESULTADOS OBTENIDOS A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INCIDENTES REALES – EJEMPLOS PRÁCTICOS

La recopilación de información de incidentes reales proporciona una fuente de datos muy útil para la priorización y caracterización de las estrategias prácticas para la gestión de riesgos. El estudio a posteriori de incidentes concretos en túneles concretos puede ser de gran ayuda para mejorar aquellos aspectos relacionados con la seguridad que hayan sido identificados a raíz de dicho incidente. Por ejemplo:

- Modificación de las rutas y/o protocolos de acceso al túnel para reducir los tiempos de intervención en los casos en los que los servicios de rescate hayan experimentado dificultades para acceder al túnel (bien sea por atascos como en el ejemplo nº 2 o por otras causas).
- La actualización del plan de emergencia de un determinado túnel se puede llevar a cabo con el fin de facilitar su aplicación y para mejorar el intercambio de información entre la entidad responsable de la explotación del túnel y los servicios de emergencia (véase el ejemplo nº 6 del *anexo 5.1*).

Se incluyen aquí algunos ejemplos de hallazgos extraídos a partir de la información incluida en el *anexo 5.1*, que pueden ser de utilidad en un sentido general. Estos hallazgos están agrupados de acuerdo a la utilidad que pueden tener en relación con los siguientes aspectos:

- Comportamiento humano.
- Explotación del túnel.
- Servicios de emergencia.
- Equipamiento del túnel.

5.2.1. Comportamiento humano

Atendiendo al comportamiento humano, se han obtenido los siguientes hallazgos y conclusiones a partir de los incidentes incluidos en el *anexo 5.1*:

- Pueden aparecer diversos problemas de comunicación durante el desarrollo de un incidente (entre los servicios de rescate y la entidad responsable de la explotación del túnel, entre éste último y los usuarios, entre los servicios de emergencia y los usuarios, etc.) por diferentes razones, como por ejemplo: problemas de idioma (principalmente con usuarios del túnel – ejemplos 7 y 19), procedimientos de actuación inadecuados o mala aplicación de éstos (ejemplos 20 y 21), mal funcionamiento o deficiencias de los dispositivos de comunicación (ejemplo 3), etc.
- Los mensajes de evacuación deben ser diseñados y emitidos cuidadosamente, de otro modo, su estricto seguimiento por parte de los usuarios puede llevar a comportamientos inesperados (ejemplos 17 y 18).
- Por una parte, no todos los responsables de explotación de túneles están bien entrenados y familiarizados con los sistemas disponibles (ver ejemplo 20). Por otra parte, cuando el personal de explotación está bien entrenado se obtienen buenos resultados a la hora de gestionar un incidente (ejemplos 19 y 32).
- En ocasiones, las conclusiones extraídas tras el análisis de un incidente tienen como consecuencia la actualización de los procedimientos de actuación (ejemplos 16, 21 y 32).
- El operador puede verse sobrepasado si tiene que hacer frente a demasiados problemas a la vez (ejemplo 16), y/o si la estructura para la toma de decisiones no está bien jerarquizada.

5.2.2. Explotación del túnel

Respecto a la operación del túnel, se han obtenido los siguientes hallazgos y conclusiones a partir de los incidentes analizados en el *anexo 5.1*:

- Pueden aparecer diversos problemas de comunicación durante el desarrollo de un incidente (entre los servicios de rescate y la entidad responsable de la explotación del túnel, entre éste último y los usuarios, entre los servicios de emergencia y los usuarios, etc.) por diferentes razones, como por ejemplo: problemas de idioma (principalmente con usuarios del túnel – ejemplos 7 y 19), procedimientos de actuación inadecuados o mala aplicación de éstos (ejemplos 20 y 21), mal funcionamiento o deficiencias de los dispositivos de comunicación (ejemplo 3), etc.
- Los mensajes de evacuación deben ser diseñados y emitidos cuidadosamente, de otro modo, su estricto seguimiento por parte de los usuarios puede llevar a comportamientos inesperados (ejemplos 17 y 18).
- Por una parte, no todos los responsables de explotación de túneles están bien entrenados y familiarizados con los sistemas disponibles (ver ejemplo 20). Por otra parte, cuando el personal de explotación está bien entrenado se obtienen buenos resultados a la hora de gestionar un incidente (ejemplos 19 y 32).
- En ocasiones, las conclusiones extraídas tras el análisis de un incidente tienen como consecuencia la actualización de los procedimientos de actuación (ejemplos 16, 21 y 32).
- El operador puede verse sobrepasado si tiene que hacer frente a demasiados problemas a la vez (ejemplo 16), y/o si la estructura para la toma de decisiones no está bien jerarquizada.

5.2.3. Servicios de emergencia

En lo que respecta a la intervención de los servicios de emergencia, se ha llegado a las siguientes conclusiones a partir de los incidentes analizados en el *anexo 5.1*:

- En túneles unidireccionales, cuando los servicios de emergencia intentan llegar al escenario del incidente desde aguas arriba del mismo, suelen tener problemas causados por atascos (ejemplos 2 y 18).
- Aun cuando la respuesta ante un incidente en un túnel sea muy rápida, el crecimiento del fuego puede ser aún más rápido (ejemplo 32).
- Los problemas de comunicación citados en el *capítulo 5.2.2* también pueden ser un problema grave para los servicios de emergencia.
- Como ya se ha indicado en el *capítulo 5.2.2*, en ocasiones, las conclusiones extraídas tras el análisis de un incidente tienen como consecuencia la actualización de los procedimientos de actuación (ejemplos 6, 28 y 32).
- En ocasiones, los servicios de emergencia no conocen o no siguen los procedimientos de emergencia (ejemplos 17, 20 y 21). Como consecuencia, tras el incidente, se puede tomar la decisión de intensificar su formación (ejemplos 17 y 20).

5.2.4. Equipamiento del túnel

A partir de los incidentes analizados en el *anexo 5.1*, se han obtenido las siguientes conclusiones que afectan a la infraestructura y al equipamiento del túnel:

- El cierre inmediato del túnel tras un accidente parece ser una práctica común (ejemplos 9, 13, 28 y 32), pero no todos los túneles disponen de un sistema de barreras para dicho fin (ejemplos 1, 2, 11 y 28). En dichos casos, la falta de respeto hacia las señales de tráfico puede causar durante un cierto intervalo de tiempo que otros vehículos circulen por la zona del incidente, aumentando considerablemente el riesgo de que se produzca un nuevo incidente.
- El ruido provocado por los sistemas de ventilación del túnel puede dificultar la comunicación en el mismo (ejemplo 8).
- Se han observado diferentes planteamientos a la hora de decidir la forma de operar el sistema de ventilación: cuándo conectarlo, quién debe conectarlo, estrategias de ventilación, etc. (ejemplos 1, 2, 3, 11, 12, 17, 32).
- Aunque el equipamiento suele funcionar correctamente, un mal funcionamiento del mismo puede conducir a una gestión menos eficiente del incidente (ejemplos 13 y 17).
- Algunas veces se han dado problemas de incompatibilidad entre los sistemas de radio de la policía y de los servicios de emergencia así como fallos en los sistemas de comunicación (ejemplos 3 y 20).
- Las fugas de mercancías peligrosas pueden conllevar daños serios en las instalaciones del túnel (ejemplo 12).
- Una infraestructura inadecuada puede complicar el acceso a las salidas de emergencia (ejemplo 14).
- Los túneles bidireccionales largos, con sistema de ventilación longitudinal y sin salidas de emergencia constituyen factores agravantes en el caso de incendio de un vehículo pesado (ejemplo 22).
- Instalar barreras en el interior del túnel suele ser un sistema efectivo para detener el tráfico (ejemplo 23). Sin embargo, se deberá tener especial cuidado en emplearlas adecuadamente para mantener a los usuarios del túnel lejos del incidente y evitar que se agrupen todos en el mismo lugar.

5.3. CÓMO PUEDEN LOS DISTINTOS AGENTES INVOLUCRADOS EN LA SEGURIDAD DE LOS TÚNELES APROVECHAR LA INFORMACIÓN SOBRE INCIDENTES REALES

Hay diferentes colectivos que intervienen en la seguridad de un túnel, tales como:

- Usuarios del túnel.
- Autoridades Administrativas.
- Diseñadores.
- Servicios de emergencia.
- Responsables de Seguridad.
- Gestor de túnel.
- Entidades responsables de la explotación del túnel.

Estos colectivos pueden aprovechar la información sobre incidentes reales de muy diversas formas y depende de la información que puedan obtener, lo interesante que sea esta información para ellos, etc. En cualquier caso, el análisis sistemático de los datos obtenidos en incidentes reales por cada uno de los agentes intervinientes en la seguridad del túnel debería ser parte del sistema de retorno de experiencia.

A continuación se presentan algunos ejemplos de información de interés para los diferentes agentes intervinientes, extraída de incidentes reales. Dado que la información que se muestra a continuación está basada en ejemplos concretos, las conclusiones no siempre pueden tomarse como una norma general. De hecho, lo que suceda en un contexto específico y en un túnel en concreto no tiene necesariamente que repetirse en otros contextos o situaciones diferentes. Es por ello que la experiencia real a menudo difiere de las suposiciones que se plantean en los modelos de riesgo, que tienen que ser de aplicación general. Sin embargo, siempre es interesante compartir experiencias extraídas de incidentes reales dado que seguramente pueden ser de interés para gente que tenga que enfrentarse con el mismo tipo de situaciones. Esta información también puede ser utilizada para la mejora continua de los modelos de riesgo y para proporcionar datos de entrada más realistas o más específicos para su aplicación general, y para la evaluación cuantitativa de las medidas de mitigación de riesgos en particular.

5.3.1. Gestores de túneles, explotadores y/o responsables de seguridad

La siguiente información obtenida de incidentes reales puede ser de interés para los gestores de túneles, las entidades responsables de la explotación de túneles y para los responsables de seguridad:

- En el caso de que aparezcan problemas de comunicación (ejemplos 3, 7, 19, 20 y 21), deben ser analizados y proponerse medidas para solucionarlos: si el problema viene dado por defectos en el sistema podrían requerirse trabajos de mejora; si el problema se debe a un mal entendimiento entre los diferentes servicios, se deberán aclarar los mensajes y actualizar los correspondientes procedimientos; si el problema se debe a un mal entendimiento de los mensajes por parte de los usuarios del túnel, quizás deban revisarse los mensajes emitidos.
- En el caso de que un operador de túnel se vea sobrepasado en un incidente (ejemplo 16) se deberá investigar el caso y proponer medidas de mejora. En particular, las tareas del operador en caso de incidente deben estar organizadas de manera que sean factibles y

realizables (por ejemplo reduciéndolas a las estrictamente necesarias o redistribuyendo el trabajo entre el personal del túnel).

Una vez implementadas las mejoras, se deberán probar mediante simulacros.

5.3.2. Concepteurs de tunnels

A partir de los datos recopilados sobre incidentes reales, se muestran algunos ejemplos de cómo los diseñadores de túneles pueden aprovechar la información obtenida:

- Siempre que sea posible, se deberá de estudiar la opción de instalar barreras en las bocas del túnel (ejemplos 1, 2, 11 y 28).
- Las salidas de emergencia deberán ser fáciles de alcanzar y la señalización sencilla de entender, de otra manera los usuarios no las emplearán. Si pareciera que la señalización no se entiende bien o se sigue inadecuadamente, se deberán de proponer mejoras (ejemplos 15, 28 y 32).
- Si existen problemas de ruido en el túnel o se sospecha que puede haberlos, éstos deberán de ser corregidos (ejemplo 8).
- No se debería considerar el diseño ni la construcción de túneles bidireccionales largos con sistemas de ventilación longitudinal y con carencia de salidas de emergencia (ejemplo 22).
- A la hora de diseñar, se deberán tener en cuenta posibles derrames de mercancías peligrosas con el fin de evitar posibles daños a las instalaciones del túnel y al medio ambiente (ejemplo 12).

5.3.3. Autoridades Administrativas / usuarios del túnel

De acuerdo con los datos recopilados, la información sobre incidentes reales puede ser de interés para las Autoridades Administrativas de la manera siguiente:

- Las conclusiones extraídas a partir de la información obtenida pueden ser útiles para mejorar la normativa de diseño de túneles y su equipamiento, así como para desarrollar recomendaciones sobre cómo emplear dicho equipamiento (sistemas de ventilación, tipos de mensajes que emitir, etc.).
- La información obtenida en un incidente real puede ser útil de cara a extraer conclusiones sobre la eficacia de medidas de explotación para la prevención, mitigación y gestión de eventos críticos.
- Las conclusiones extraídas a partir de la información obtenida pueden ser útiles para organizar campañas publicitarias dirigidas a los usuarios de túneles (por ejemplo en televisión).
- Dichas conclusiones pueden ser útiles también para mejorar los programas de educación dirigidos a conductores profesionales y así mejorar su comportamiento en túneles y su capacidad para asistir a otros conductores en situaciones críticas.

5.3.4. Servicios de emergencia

Basándose en la información recogida, la información sobre incidentes puede ser especialmente beneficiosa para los servicios de emergencia por ejemplo en las siguientes situaciones:

- Para mejorar los procedimientos de acceso al túnel en caso de incidente (ejemplos 2 y 18).
- Para evaluar y mejorar la vestimenta y el equipamiento de los servicios de emergencia (ejemplo 32).
- Para mejorar los procesos de comunicación con la entidad responsable de la explotación del túnel y otros servicios (ejemplo 28).
- Como material de apoyo para la planificación de simulacros realistas en el túnel.

Una vez implementadas las mejoras, se deberán probar mediante simulacros.

5.4. CONCLUSIONES Y MEDIDAS A TOMAR

El enfoque estadístico presentado en el *capítulo 3* (para colisiones) y en el *capítulo 4* (para incendios) genera datos numéricos que pueden ser utilizados, por ejemplo, en los análisis de riesgo. Dichas cifras son teóricas. Además de este planteamiento estadístico, puede ser muy útil, a la hora de ganar experiencia a partir de la información de incidentes reales, un enfoque más ilustrativo basado en observaciones y hallazgos particulares, que pueden sin embargo ser de interés general.

A nivel de un túnel concreto, normalmente hay demasiados pocos registros (afortunadamente) para hacer evaluaciones estadísticas o para aportar información con propósitos ilustrativos.

El intercambio de información a nivel nacional o internacional permite la recopilación de una mayor variedad de incidentes, lo que proporciona una visión más representativa; sin embargo, aunque hay prácticas establecidas para considerar dicha información con fines estadísticos, rara vez se usa con propósitos ilustrativos; cuando dicha información se ha analizado con ese fin, los casos estudiados se limitan por lo general a los incidentes de mayor repercusión (Mont Blanc, St-Gotthard, etc.). Los casos analizados en este informe (con fines ilustrativos) han sido seleccionados al azar proporcionando una muestra representativa de diferentes tipos de incidentes.

En este capítulo se ha mostrado lo útil que es para los distintos agentes involucrados en la seguridad de los túneles la información sobre incidentes reales recopilada a nivel internacional, por ejemplo para mejorar los procedimientos operativos, las instalaciones de seguridad (radio, barreras, etc.) y la forma en que dichas instalaciones se usan.

Es obvio que sería interesante continuar recopilando información sobre incidentes reales, como la incluida en el *anexo 5.1*, para continuar incrementando la lista de conclusiones obtenida a partir de su análisis.