

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el *capítulo 1* se presentó el planteamiento integral de la seguridad en túneles de carretera, y surgió la pregunta de si este planteamiento se aplica en la práctica y si realmente conduce a mejoras en los túneles. Un esquema de este planteamiento se muestra de nuevo en la siguiente figura, donde se resaltan además, en color verde, los puntos en los que se ha centrado el presente informe.

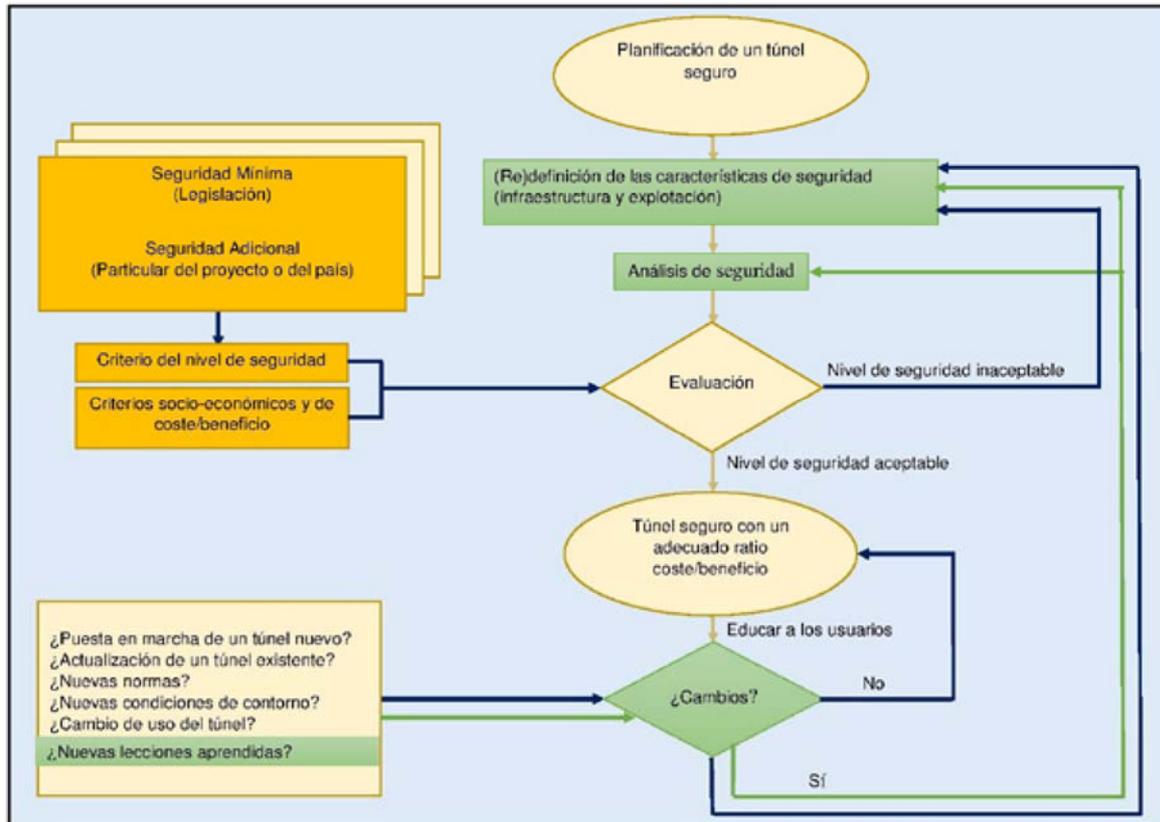


Ilustración 11: puntos tratados en el presente informe

Se puede concluir que, en muchos países, en mayor o menor medida, este planteamiento se ha considerado teniendo en cuenta la información sobre incidentes que se registra y se evalúa con el fin de identificar deficiencias en túneles concretos. En algunos casos, este proceso ha supuesto cambios en determinados túneles, mejoras en los procedimientos o reforzar la formación. En el *capítulo 5.2* se citan y analizan algunas de las lecciones aprendidas en 34 incidentes reales en túneles, seleccionados aleatoriamente que se han recopilado y evaluado con los explotadores de dichos túneles, por ejemplo:

- El comportamiento inadecuado de los conductores parece ser la causa más común de incidentes en túneles y puede causar además problemas durante la gestión del incidente (como impedir el acceso de los servicios de emergencia a la zona afectada).
- En caso de incendio, los conductores a veces intentan cruzar con su vehículo la zona afectada, para continuar con su camino, a pesar del potencial riesgo causado por el fuego y el humo.
- Ciertas medidas de gestión de tráfico – como el cierre de un carril (por ejemplo con señales aspa/fecha) o el cierre del túnel (con semáforos) se suelen pasar por alto si no se refuerzan con medidas adicionales (como por ejemplo, con barreras de cierre).
- Los problemas de comunicación entre los diferentes grupos de personas involucradas en

un incidente, que pueden ser causados por diversos motivos, son un asunto clave en la gestión del mismo.

- La evaluación sistemática de incidentes concretos a menudo contribuye a la optimización de los procedimientos de respuesta ante emergencias, y a la cooperación y al entrenamiento de todas las organizaciones involucradas en la gestión del incidente.

Éstos son solamente algunos ejemplos, pudiéndose encontrar más información en el [capítulo 5.2](#); sin embargo no se pueden dar recomendaciones de aplicación general en base a estos hallazgos concretos, debido a que éstas pueden diferir dependiendo de las condiciones específicas del país y del túnel en cuestión.

Estos ejemplos también demuestran el grado de utilidad de la información recogida a nivel internacional para los diferentes agentes involucrados en el campo de la seguridad en túneles, especialmente para la mejora de los procedimientos de operación, el equipamiento instalado (radio, barreras, etc.) y el modo en el que éste es utilizado. Es evidente que puede resultar interesante continuar recopilando información sobre incidentes reales, tal como la mostrada en el [anexo 5.1](#), con el fin de seguir enriqueciendo, en el futuro, el conjunto de hallazgos derivados del análisis de este tipo de incidentes.

Los datos referentes a incidentes también se evalúan a nivel de las redes de carreteras o a nivel nacional con herramientas adecuadas que permiten obtener registros estadísticos de los mismos. Estos registros se utilizan para establecer valores característicos de referencia para la seguridad en túneles o para aportar información y datos de entrada para una aplicación mejorada de las herramientas de evaluación de riesgo. Los resultados obtenidos están recopilados en los [capítulos 3 y 4](#). Se puede concluir que aunque la cantidad y calidad de los datos estadísticos sobre colisiones e incendios ha aumentado considerablemente en los últimos años, sigue habiendo numerosos factores influyentes que actualmente todavía son difíciles de cuantificar. Por esta razón, es importante que en el futuro se continúe con el proceso de registro de datos fiables, provenientes de una gran cantidad de túneles, con el fin de mejorar las bases estadísticas existentes en los próximos años. Dado que los incendios y las colisiones graves son sucesos poco frecuentes, resulta especialmente importante dar cuenta de todos los parámetros que puedan resultar relevantes para la correcta evaluación de este tipo de incidentes – en el [capítulo 4.4](#) se presenta una lista con la información detallada requerida en caso de incendios. Asimismo, en el capítulo 3 se presenta una lista exhaustiva de la información más relevante requerida en caso de colisión.

A la hora de estimar la frecuencia de ocurrencia de colisiones e incendios en un túnel dado, es necesario evaluar qué tasas de referencia son aplicables, y tener en cuenta cómo influyen las características especiales de dicho túnel en tales frecuencias de ocurrencia.

Las tasas de colisiones e incendio se deben utilizar con precaución. Del mismo modo la evaluación de su aplicabilidad y la modificación de dichas tasas para su aplicación a un túnel concreto ha de ser realizada por expertos con experiencia en seguridad en túneles.

En caso de cumplirse las condiciones anteriores, las tasas de incidencia se podrán aplicar con el fin de conseguir para los túneles sistemas de seguridad equilibrados, en relación a los riesgos de incidentes presentes.

El *capítulo 2* se centra en el proceso de toma de datos. Se ha observado que, en la práctica, el registro de todos los datos necesarios para una correcta evaluación que conduzca a la mejora de los procedimientos de seguridad, o estadísticas de incidentes que puedan ser usadas en el análisis de riesgo, no es una tarea fácil y puede requerir mucho tiempo. Puede darse un conflicto entre los recursos disponibles y los necesarios para la toma de datos. Por lo tanto se recomienda definir claramente la cadena de toma de datos e identificar todas las partes involucradas. Todos los agentes intervinientes deberían definir sus objetivos y tener en cuenta las dificultades para obtener y procesar los datos, y los recursos necesarios. Basándose en los objetivos y los recursos disponibles, la información deseada debe ser claramente identificada así como en qué momento debe de ser registrada (inmediatamente después/durante el incidente o en una etapa posterior), y que partes están involucradas en la toma de datos. Para mantener la motivación de los distintos agentes involucrados en la toma de datos, se les debe explicar claramente los objetivos de la misma, y se les debe hacer partícipes de las lecciones aprendidas y de los beneficios obtenidos, tales como la mejora de los procedimientos operativos y de los sistemas de seguridad.

En los últimos 5 a 10 años ha aumentado considerablemente el uso de metodologías basadas en el riesgo en los proyectos de túneles. Los métodos de análisis de riesgo se han ido formalizando e incorporando a la legislación nacional de distintos países. La experiencia obtenida con su mayor uso ha propiciado un mejor entendimiento de estos métodos, a la aceptación del análisis de riesgo como una herramienta fiable y a la mejora del proceso de toma de decisiones en los proyectos tanto de túneles nuevos como de acondicionamiento de túneles existentes. En algunos países como Holanda, Austria y Suiza, se han actualizado en los últimos años las metodologías de análisis de riesgo existentes, en base a la experiencia obtenida en los primeros años de aplicación, con el fin de mejorar los modelos y ampliar su ámbito de aplicación.

La experiencia de los últimos años ha demostrado que la evaluación del riesgo es una herramienta valiosa para la toma de decisiones -como por ejemplo para decidir sobre las medidas más rentables a la hora de actualizar túneles existentes- aunque debe ser aplicada cuidadosamente. Por lo tanto es recomendable que, para una correcta aplicación de los métodos y una buena interpretación de los resultados, el análisis de riesgo lo lleven a cabo expertos. También se requiere experiencia para identificar el planteamiento de evaluación de riesgo más adecuado en función del objetivo de la investigación y de los datos disponibles.

Las observaciones y hallazgos de incidentes reales – como los incluidos en el *capítulo 5* – pueden contribuir a la mejora continua de los modelos de riesgo, de los datos requeridos para su correcta aplicación y de la representación cuantitativa de la eficacia de las medidas de mitigación de riesgo.

También hay que destacar que el análisis de riesgo se aplica en combinación con normas de carácter prescriptivo. Dicho análisis puede ser utilizado para identificar las medidas de seguridad necesarias y/o y/o más adecuadas, si bien los detalles técnicos deben ser diseñados basándose en normas y recomendaciones.

Las experiencias compartidas en este informe y los datos de incidentes incluidos en él, demuestran que el enfoque integral de la seguridad se aplica y conduce a mejoras de la seguridad en túneles así como de los métodos de evaluación de riesgo.