

EXPLOTACIÓN DE LOS TÚNELES DE CARRETERA

Jueves, 23 de octubre de 2003 (8h30 - 12h00)

PROGRAMA DE LA SESIÓN E INFORME DE INTRODUCCIÓN

PROGRAMA DE LA SESIÓN

1. ACTIVIDADES ACTUALES DEL COMITÉ C5

a) Introducción

Sr. Didier LACROIX (Presidente del C5/FRANCIA)

b) Perspectiva de las actividades del ciclo 1999-2003

Sr. Willy de LATHAUWER (Secretario de lengua francesa del C5)

2. PRESENTACIONES Y DEBATE SOBRE LOS TEMAS MÁS RELEVANTES TRATADOS POR EL C5

a) Mejores prácticas para la explotación y el mantenimiento de túneles de carretera

Sr. Oivind SOVIK (Responsable del WG1, C5/NORUEGA)

b) Calidad del aire en el medio de los túneles

Sr. Yves DARPAS (Responsable del WG2, C5/FRANCIA)

c) Geometría del corte transversal de túneles unidireccionales y bidireccionales

Sr. Ben RIGTER (Miembro del WG4, C5/PAÍSES BAJOS)

Sr. Joan ALMIRALLE BELLIDO (Miembro del WG4, C5/ESPAÑA)

d) Enseñanzas obtenidas tras los últimos desastres en túneles de carreteras.

Sr. Arthur BENDELIUS (Responsable del WG6, C5/ESTADOS UNIDOS)

3. MÉTODOS PARA EL FUTURO

a) Visión del futuro y de lo que se necesitará saber

Sr. Evert WORM (Miembro del C5/PAISES BAJOS)

b) Debate sobre las orientaciones futuras y los progresos esperados en 5 años y en 6-10 años

4. Conclusión

Sr. Didier LACROIX (Presidente del C5/FRANCIA)

ÍNDICE

Índice.....	3
Introducción.....	5
1 Explotación.....	6
1.1 Introducción.....	6
1.2 Seguridad y gestión de riesgos.....	6
1.3 Conservación y explotación.....	7
1.4 Planes de calidad.....	7
1.5 Eficacia de los medios empleados/análisis de valor/evaluaciones comparativas.....	8
1.6 Formación y ejercicios para situaciones de emergencia.....	8
1.6.1 Formación.....	8
1.6.2 Ejercicios para situaciones de emergencia.....	9
1.7 Renovación de túneles.....	9
2. Contaminación, Medio Ambiente, Ventilación.....	10
2.1 Contaminación provocada por los vehículos de carretera.....	10
2.2 Contaminación en las embocaduras de los túneles.....	10
2.3 Control de la ventilación.....	10
2.4 Control del humo en caso de incendio.....	11
2.4.1 Reguladores del flujo de humo.....	11
2.4.2 Ventilación longitudinal.....	11
3. Factores humanos de la seguridad.....	12
3.1 Alcance del trabajo.....	12
3.2 Cuestionario.....	12
3.3 Comportamiento adecuado de los usuarios en los túneles.....	12
3.3.1 Folletos relativos al comportamiento.....	12
3.3.2 Campaña de información.....	13
3.3.3 Conductores profesionales.....	14
3.3.4 Autoescuelas.....	14
3.4 Explotadores de túneles.....	14
3.5 Fuerzas de intervención.....	15
4. Sistemas de comunicación y Geometría.....	16
4.1 Introducción.....	16
4.2 Sección transversal.....	16
4.3 Sistemas de gestión de los incidentes de tráfico utilizados en los túneles de carretera.....	17
4.4 Nichos de seguridad y puestos SOS en los túneles de carretera.....	17
4.5 Señalización direccional en los túneles de carretera.....	18
5 Mercancías peligrosas.....	19
5.1 Introducción.....	19
5.2 Modelos de análisis cuantitativo de riesgos y de ayuda a la decisión.....	19
5.2.1 Validación.....	19
5.2.2 Distribución.....	20
5.2.3 Grupo de Usuarios.....	20
5.3 Aspectos políticos.....	20
5.3.1 Introducción.....	20
5.3.2 Organización de las Naciones Unidas.....	20
5.3.3 Unión Europea (UE).....	21
5.3.4 Actividad del Grupo de Trabajo nº 5.....	21
5.4 Rentabilidad de las medidas de reducción de riesgos.....	21
5.4.1 Antecedentes.....	21
5.4.2 Examen y actualización de los trabajos anteriores.....	21

6	Control de los incendios y del humo.....	22
6.1	Introducción.....	22
6.2	Plan de trabajo.....	22
6.2.1	Tarea 1 – Lecciones aprendidas de catástrofes anteriores.....	22
6.2.2	Tarea 2 – Conceptos de seguridad para los incendios en los túneles.....	22
6.2.3	Tarea 3 – Resistencia de las estructuras al fuego.....	23
6.2.4	Tarea 4 – Ventilación (semi-)transversal.....	23
6.2.5	Tarea 5 – Salidas de emergencia.....	23
6.2.6	Tarea 6 – Equipo de seguridad específico contra incendios.....	23
6.2.7	Tarea 7 – Gestión de las intervenciones en caso de incendio.....	23
6.2.8	Tarea 8 – Medidas/reglamentos después de los incendios del Mont Blanc y del Tauern.....	24
6.2.9	Tarea 9 – Funcionamiento y control de los sistemas de ventilación de emergencia.....	24
6.2.10	Tarea 7/9 – Responsabilidades en caso de operaciones de emergencia.....	24
6.3	Colaboración entre grupos de trabajo.....	24

INTRODUCCIÓN

Cada año se ponen en servicio más túneles de carretera, con lo que se incrementa el número ya considerable de túneles en explotación. Estos túneles constituyen una parte muy sensible de la red de carreteras, que plantea problemas específicos en aspectos tales como la geometría, el equipamiento, la explotación, la seguridad, los impactos sobre el medio ambiente, etc. Por esta razón, la explotación de los túneles figura desde hace muchos años en el orden del día del Comité de Túneles de Carretera de la AIPCR. El trabajo de la AIPCR se complementa con el de la ITA (International Tunnelling Association), que se ocupa de todos los aspectos relacionados con la construcción.

Después de los trágicos incendios que se produjeron en Europa en 1999 y del Congreso Mundial de Carreteras de Kuala Lumpur se consideró que era necesario hacer aún más hincapié en los diversos aspectos de la explotación de los túneles de carretera, con especial atención a la seguridad de los usuarios. Estas orientaciones se tuvieron en cuenta en el programa de trabajo del C5 para el período 2000-2003, mediante la creación de un nuevo Grupo de Trabajo nº 3 y un cambio en las tareas del Grupo de Trabajo nº 4. Durante el citado período han funcionado los seis grupos de trabajo siguientes:

- Grupo de Trabajo nº 1: Explotación (Jefe: Oivind Søvik, Noruega).
- Grupo de Trabajo nº 2: Contaminación, Medio Ambiente, Ventilación (Jefe: Yves Darpas, Francia).
- Grupo de Trabajo nº 3: Factores humanos de la seguridad (Jefe: Bernd Thamm, Comisión Europea).
- Grupo de Trabajo nº 4: Sistemas de comunicación y Geometría (Jefe: Urs Welte, Suiza).
- Grupo de Trabajo nº 5: Mercancías peligrosas (Jefe: John Potter, Reino Unido).
- Grupo de Trabajo nº 6: Control de los incendios y del humo (Jefe: Arthur Bendelius, Estados Unidos).

Los responsables de estos grupos y D. Willy De Lathauwer (Bélgica), Secretario francófono del C5, son los principales responsables de la redacción del presente informe introductorio.

1 EXPLOTACIÓN

1.1 Introducción

Debido a los elevados gastos que implican los túneles, sus propietarios y gestores son cada vez más conscientes de la importancia de utilizar medios que permitan reducir los costes de gestión y conseguir una mayor rentabilidad.

En el anterior Congreso Mundial de Carreteras de Kuala Lumpur, el Grupo de Trabajo nº 1 había presentado un informe y una serie de recomendaciones que resaltaban tres temas importantes:

1. Coste de la energía.
2. Coste del personal.
3. Coste de la conservación.

Después de dicho Congreso, el Comité amplió este campo de actividad para cubrir la seguridad en los túneles y otros aspectos relacionados con una explotación acertada. El Grupo de Trabajo nº 1 preparó un informe que fue presentado como Manual de Prácticas más Adecuadas para la Explotación y Conservación de los Túneles, en el que se abordaban los temas siguientes:

- Seguridad y gestión de riesgos.
- Conservación y explotación.
- Planes de calidad – explotación y gestión de los túneles.
- Eficacia de los medios empleados.
- Coste del ciclo de vida.
- Formación y ejercicios para situaciones de emergencia.
- Renovación de túneles.

1.2 Seguridad y gestión de riesgos

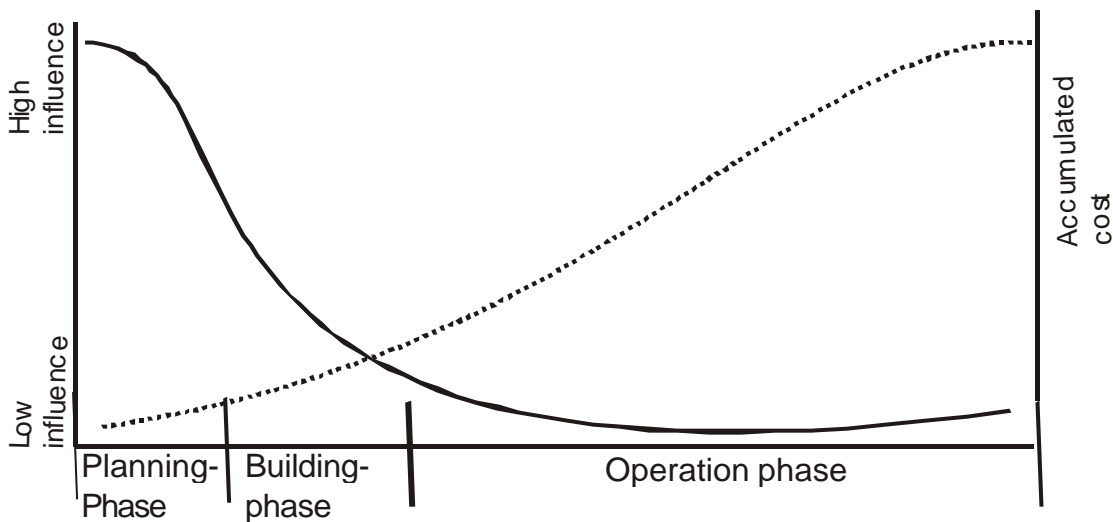
Las estadísticas indican que los túneles constituyen las partes más seguras de la red de carreteras. Sin embargo, dado que un túnel es un tramo de carretera en un espacio restringido, la conducción en los túneles implica la posibilidad de un accidente más importante, y esto inquieta a menudo a la población. En los últimos años se han producido en Europa una serie de accidentes que han obligado a incluir en el orden del día la seguridad y la gestión de riesgos en los túneles. En la explotación de éstos es importante evitar los accidentes, para lo cual hay que asegurar que los niveles de explotación se ajustan a las necesidades y que las instalaciones de seguridad funcionan correctamente para evitar los accidentes o para reducir sus consecuencias en caso de que se produzcan.

El Manual de Prácticas más Adecuadas explica de qué forma la gestión de riesgos permite al explotador determinar el riesgo de accidentes y enfrentarse a un accidente cuando se produce.

1.3 Conservación y explotación

La forma en que se conservan y explotan los túneles ha experimentado una importante evolución en los últimos años. Esta evolución se ha hecho necesaria debido al creciente número de túneles construidos, ya que éstos se han convertido en una solución más normal para resolver las conexiones complejas por carretera, pero también porque constituyen los tramos más complicados de la red viaria. En el Manual de Prácticas más Adecuadas se ha hecho hincapié en los siguientes puntos:

- Prácticas adecuadas para reducir los costes.
- Sistemas de gestión de túneles.
- Herramientas de gestión de túneles.
- Optimización de la explotación y de la conservación.



Traducción del texto de la figura:

"High influence" = Influencia alta

"Low Influence" = Influencia baja

"Planning phase" = Fase de planificación

"Building phase" = Fase de construcción

"Operation phase" = Fase de explotación

"Accumulated cost" = Coste acumulado

1.4 Planes de calidad

Un Plan de Calidad es un medio muy eficaz para garantizar que todas las acciones necesarias para acometer un proyecto se tratan de una forma coherente y profesional.

La aplicación de los Planes de Calidad para la explotación y la gestión de los túneles de carretera no tiene todavía una larga tradición. Sin embargo, la complejidad de la explotación y la gestión ha aumentado de tal manera, sobre todo en el caso de túneles modernos, que un Plan de Calidad eficaz se ha convertido en una necesidad.

Los proyectos tienen un comienzo, una parte media y un final. Los túneles de carretera tienen una vida muy larga y pocas de las personas implicadas en la planificación y construcción originales estarán disponibles para compartir sus conocimientos con sus sucesores encargados de la explotación y conservación del túnel. Es especialmente importante conservar en la memoria las razones que hayan conducido a las eventuales

modificaciones realizadas, de forma que se mantengan la continuidad y la calidad operativa.

La explotación de los túneles de carretera está sometida a continuas modificaciones y crecientes desafíos. Como ejemplos se pueden citar: aumento del volumen de tráfico, vehículos de transporte de mercancías cada vez más pesados con cargas inflamables más grandes, creciente demanda de disponibilidad ininterrumpida de los túneles, mejoras en los temas de salud y seguridad, modificaciones legislativas, aspectos medioambientales, nuevas tecnologías para los equipos, integración de los túneles en estrategias más amplias de explotación y conservación de las carreteras, etc. Un Plan de Calidad debe establecer un marco para tratar todos estos temas.

1.5 Eficacia de los medios empleados/análisis de valor/evaluaciones comparativas

Este capítulo del Manual presenta algunos métodos estrechamente interconectados cuya finalidad es conseguir una mejora continua de los resultados con una aportación reducida de recursos financieros/generales.

Cada vez se hace más necesario someter a auditorías la contabilidad y el proceso de decisión. Existe, al mismo tiempo, una demanda creciente de mejora de la calidad del producto. Para los túneles de carretera, este último punto implica la disponibilidad del túnel para el usuario de la carretera, su fiabilidad desde el punto de vista operativo, la percepción de su seguridad, la ausencia de congestión y la comodidad de utilización. Para el gestor del túnel, estos objetivos tendrán tendencia a aumentar los costes y, por consiguiente, se hace necesaria una vigilancia atenta y constante de la relación calidad/coste.

Este capítulo del Manual indica algunas herramientas para alcanzar estos objetivos. En aquellos casos en que la meta perseguida es "aprovechar bien el dinero", el método más indicado es el análisis de valor. El coste del ciclo de vida representa una filosofía en la que el cálculo del valor actual neto constituye una herramienta. La evaluación comparativa ("benchmarking") es una forma de medir la eficacia de los medios empleados (aprovechamiento/rentabilidad de las inversiones).

1.6 Formación y ejercicios para situaciones de emergencia

La contratación y la formación del personal de explotación y la ejecución de ejercicios para situaciones de emergencia constituyen una parte importante de una explotación adecuada, por lo que es fundamental incluir estas tareas en el Plan de Calidad del gestor del túnel.

1.6.1 Formación

Es importante definir los niveles de cualificación necesarios para la explotación. Dado que la competencia técnica necesaria varía a lo largo del tiempo, un nivel que era adecuado hace algunos años puede no serlo en la actualidad. Como consecuencia, es necesario evaluar y determinar continuamente el nivel de cualificación necesario, intentando reducir en todo momento la diferencia entre lo que está disponible y lo que es necesario por medio de la formación y de nuevas contrataciones de personal. En el Manual se presentan ejemplos de prácticas correctas aplicadas en Francia, en lo que

se refiere a la contratación y formación del personal, y en Noruega, en lo que se refiere al análisis de la diferencia citada.

1.6.2 Ejercicios para situaciones de emergencia

Estos ejercicios constituyen también una parte importante de la formación; se trata de un proceso continuo, y exige una política nacional o internacional que defina la forma en que debe organizarse con el fin de estar preparado cuando se produzca un accidente real. En el Manual se incluye la descripción de prácticas correctas aplicadas en el Reino Unido, que no son forzosamente representativas para la Europa continental o para el resto del mundo. El Manual se concentra en los siguientes tipos de ejercicios:

- Seminario (denominado también taller: discusiones basadas en ejercicios).
- Sobre tablero (denominado también "sobre plano").
- Puesto de control (denominado también "formación sin tropa").
- Sobre el terreno (denominado también directo, práctico, operativo o de campo).

1.7 Renovación de túneles

Es preciso renovar o modernizar periódicamente los túneles y/o sus instalaciones. Durante las obras de renovación, los principales objetivos y puntos de atención deben ser los siguientes:

- Seguridad del tráfico.
- Seguridad del personal que trabaja en el túnel.
- Molestias mínimas para el tráfico.

Se puede favorecer la seguridad y reducir las molestias realizando las obras de renovación en el plazo más corto posible, para lo cual es necesario trabajar con la máxima eficacia.

2. CONTAMINACIÓN, MEDIO AMBIENTE, VENTILACIÓN

2.1 Contaminación provocada por los vehículos de carretera

Los avances técnicos en los motores de los vehículos de carretera y la aplicación de nuevas normas han conducido a una disminución de las emisiones contaminantes de dichos motores. Por esta razón, se ha considerado necesario elaborar un nuevo informe que pusiera al día los datos contenidos en el informe "Túneles de carretera: emisiones, ventilación, medio ambiente" (05.02.B) publicado en 1995.

Se han actualizado las tablas de índices de emisión para permitir el cálculo de los flujos de ventilación necesarios para diluir la contaminación en los túneles, teniendo en cuenta la evolución del parque de vehículos.

En lo que se refiere a las partículas, medidas recientes han puesto de manifiesto que, teniendo en cuenta las mejoras existentes, no pueden pasarse por alto otras partículas distintas de las emitidas por los motores. Aunque los datos de que se dispone actualmente son demasiado incompletos para establecer normas precisas, los datos provisionales permiten tener en cuenta estas fuentes.

2.2 Contaminación en las embocaduras de los túneles

Los túneles se utilizan cada vez más en las zonas urbanas para reducir los impactos del tráfico sobre el medio ambiente. La resistencia de los habitantes de las zonas vecinas a aceptar cualquier aumento del nivel de contaminantes alrededor de los puntos de descarga de aire de los túneles constituye un nuevo aspecto que hay que considerar.

El tratamiento del aire en el túnel o en los pozos de ventilación, antes de descargarlo al aire libre, es considerado cada vez más por los habitantes de las zonas vecinas como una posible solución para este problema. Ha parecido útil reunir las experiencias de varios países y resumir la situación actual de los diversos aspectos de esta cuestión: calidad del aire y salud; entorno existente; diseño en función de la calidad del aire; dispersión del aire del túnel; explotación, control y seguimiento del sistema de ventilación.

No obstante, en la fase en que nos encontramos no ha sido posible llegar todavía a ninguna conclusión o recomendación general.

2.3 Control de la ventilación

El control de la ventilación en su funcionamiento normal se basa, en general, en medidas de la contaminación. Este método tiene algunos inconvenientes, no permite una regulación flexible de la ventilación y no consigue resultados óptimos en lo que se refiere al consumo de energía. Otro método consiste en un control basado en el tráfico. El objetivo actual es recoger datos que permitan una evaluación precisa de los dos métodos, con el fin de fomentar el control basado en la medición del tráfico cuando este procedimiento sea el más adecuado.

2.4 Control del humo en caso de incendio

Se ha establecido una cooperación entre los Grupos de Trabajo nº 2 y nº 6 para sumar la competencia técnica de los distintos miembros.

La contribución del Grupo de Trabajo nº 2 se ha centrado en los tres puntos que se describen a continuación, los cuales forman parte de un informe común sobre los sistemas y equipos para el control de los incendios y del humo en los túneles de carretera.

2.4.1 Reguladores del flujo de humo

Entre los medios utilizados para combatir el fuego en los túneles de carretera, los sistemas de control del humo son especialmente importantes desde el punto de vista económico y estratégico.

En los sistemas de ventilación transversal o semi-transversal, una forma eficaz de controlar el humo es capturarlo cerca del fuego concentrando los flujos de extracción cerca de éste. Estos sistemas de ventilación disponen generalmente de un conducto de extracción con aberturas para la aspiración del humo conectadas a ventiladores de extracción. Con objeto de concentrar la extracción en la zona con humo, cada vez es más frecuente equipar estas aberturas con reguladores de flujo mandados a distancia. Estos reguladores se han instalado en numerosos túneles de diversos países.

El objetivo del informe es describir los diferentes tipos de reguladores y sus características, especificaciones, normas de instalación y ensayos a los que deben someterse, así como presentar algunos ejemplos de aplicación.

2.4.2 Ventilación longitudinal

La ventilación longitudinal se utiliza a menudo en los túneles. En caso de incendio, la temperatura del aire procedente de la zona en que está el fuego puede destruir algunos ventiladores y reducir la fiabilidad de los que subsistan. Se han elaborado directivas y métodos de cálculo para proyectar el sistema de ventilación teniendo en cuenta los efectos de la temperatura que se alcanza con un fuego de una determinada potencia, así como recomendaciones para instalar los ventiladores de aceleración.

2.4.3 Seguimiento durante la explotación y ensayos regulares de los sistemas de ventilación

Es importante tener la seguridad de que durante su explotación el sistema de ventilación mantiene las características previstas en el diseño inicial y comprobadas en su puesta en servicio, y que estará disponible sin demora en caso de emergencia. Se han elaborado recomendaciones para la realización de un seguimiento del estado del sistema de ventilación, así como de ensayos regulares y periódicos.

3. FACTORES HUMANOS DE LA SEGURIDAD

3.1 Alcance del trabajo

La misión del Grupo de Trabajo nº 3 era responder a la necesidad de establecer normas mínimas para el comportamiento de los usuarios de los túneles y elaborar recomendaciones para el comportamiento de los explotadores de los túneles y de las fuerzas de intervención. También se ha considerado importante reunir información sobre las reacciones habituales de los usuarios cuando están en los túneles (por ejemplo, no hacer caso de las señales) e identificar medidas sencillas para mejorar las respuestas inadecuadas. Es necesaria una armonización internacional para establecer un objetivo común en cuanto al comportamiento en los túneles en todos los países.

3.2 Cuestionario

Se preparó un cuestionario y se envió a numerosos países con la finalidad de reunir información sobre los últimos avances en el tema del comportamiento humano en los túneles de carretera. El cuestionario constaba de 15 preguntas divididas en cuatro partes: información general, vehículos pesados, explotación y fuerzas de intervención.

Una vez evaluadas las respuestas al cuestionario, se pueden resumir de la siguiente forma: no existen en ningún país exámenes de conducir que incluyan preguntas sobre el comportamiento de los usuarios en caso de incidente/accidente dentro de un túnel de carretera; tampoco existen en ningún país recomendaciones escritas sobre la forma en que deberían comportarse los conductores cuando detectan humo o fuego en su propio vehículo mientras circulan por un túnel; sólo en algunos países se dispone de información y recomendaciones sobre el comportamiento que debe adoptarse en los túneles y de datos específicos respecto al comportamiento incorrecto de los conductores; en la mayoría de los países existen reglamentos para el control y el respeto de las normas de tráfico, incluida la circulación a través de los túneles, pero en algunos países faltan todavía instrucciones oficiales –y las correspondientes pruebas– sobre la forma en que los conductores profesionales deberían comportarse en los túneles de carretera.

Como conclusión general, se puede decir que es necesario y urgente desarrollar una guía sobre el comportamiento adecuado de los usuarios en los túneles de carretera.

3.3 Comportamiento adecuado de los usuarios en los túneles

3.3.1 Folletos relativos al comportamiento

Basándose en las distintas respuestas nacionales, se elaboró una primera propuesta común de recomendaciones sobre el "comportamiento adecuado en los túneles" destinada a los usuarios no profesionales de los túneles. Estas recomendaciones sirvieron como contribución del C5 de la AIPCR a las recomendaciones preparadas por un Grupo Multidisciplinar de Expertos en Seguridad en los Túneles de Carretera constituido en la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (Ginebra). Las recomendaciones aparecieron, con ligeras modificaciones, en el informe emitido por este grupo de expertos en diciembre de 2001.

A pesar de muchas discusiones sobre la utilización de los teléfonos móviles en los túneles, este punto no ha sido plenamente resuelto en el Grupo de Trabajo. En la actualidad, en algunos países está prohibida dicha utilización, con el fin de incitar a los usuarios a utilizar los teléfonos o botones de socorro, que permiten una localización inmediata y un acortamiento de los plazos de alarma. Sin embargo, es difícil conseguir que el público vaya en contra de la tendencia tecnológica a una mayor utilización de los teléfonos móviles y deje de usarlos en el interior de los túneles: *"Es más difícil cambiar el comportamiento humano que inventar nuevas tecnologías"*.

No obstante, se ha recomendado que, en el futuro, todas las llamadas de urgencia desde el interior de un túnel lleguen inmediatamente, de manera automática al centro de control del mismo.

Las recomendaciones antes citadas del C5 y de la CEE/NU han servido de base para preparar un folleto de la Comisión Europea: "Conducción segura en los túneles de carretera", que se ha traducido a las 11 lenguas de los países miembros de la Unión Europea.

A pesar de las discusiones para modificar desde ahora algunos detalles de la primera edición del folleto europeo (por ejemplo: utilización de los teléfonos móviles, desarrollo de señales de circulación armonizadas, algunas descripciones de las infraestructuras; escape en dirección contraria al flujo de aire, etc.), el Grupo de Trabajo nº 3 ha considerado que la información armonizada era una necesidad urgente y que esta primera edición debería ser también respaldada por la AIPCR y la CEE/NU. Eventuales nuevos desarrollos, y los temas sometidos a discusión, podrían ser abordados por el Grupo de Trabajo nº 3 en una fase posterior que podría conducir a una segunda edición del folleto.

3.3.2 Campaña de información

Después de los incidentes de los túneles del Mont Blanc y del Tauern, se distribuyó un número considerable de diferentes folletos de información nacionales entre los usuarios de los túneles. Algunos de estos folletos recomendaban a los usuarios, en caso de incendio en el interior del túnel, *"subir las ventanillas, cortar la entrada de aire y dejar de fumar"*. Esta información contraproducente puede hacer creer a los usuarios que pueden sobrevivir dentro de sus vehículos. En algunos de los folletos se proponían normas de comportamiento humano que, según los psicólogos, nadie aplicaría si no se podía controlar e imponer su aplicación. Es necesario con urgencia un enfoque armonizado que utilice estas experiencias y los conocimientos de los especialistas en información y comunicación.

Las observaciones e investigaciones sobre el incendio del túnel de San Gotardo en octubre de 2001 pusieron de manifiesto, una vez más, que el comportamiento humano es un factor crucial en la limitación de las consecuencias de un incendio. Los usuarios que no sobrevivieron al accidente o bien se quedaron dentro del vehículo o bien intentaron salvar el vehículo en lugar de sus vidas o abandonaron el vehículo demasiado tarde para poder alcanzar las salidas hacia la galería de emergencia. Este comportamiento equivocado ha llevado a la conclusión de que es necesario y urgente organizar una campaña de sensibilización utilizando información armonizada a nivel internacional por expertos, incluidos psicólogos especializados en el tráfico y en las relaciones públicas

La campaña de información de la Comisión Europea a través de los países miembros incluirá el folleto anteriormente citado: "Conducción segura en los túneles de carretera", y dos vídeos: uno sobre el comportamiento humano, inspirado en el folleto, y otro sobre los requisitos mínimos de seguridad en los túneles para la Trans-European Road Network (TERN). El folleto incluye una breve introducción sobre el equipo de seguridad mínimo de los túneles de carretera y recomendaciones sobre el comportamiento adecuado de los usuarios de dichos túneles.

3.3.3 Conductores profesionales

Dado que los momentos iniciales de un incendio son los más críticos, es necesario estudiar qué pueden hacer los usuarios, sobre todo los conductores profesionales (de camiones, autobuses y autocares) para combatir el incendio. En efecto, en la mayoría de los casos transcurrirán más de 15 minutos hasta que las fuerzas de intervención puedan llegar hasta el lugar del incidente dentro del túnel. Lo que hagan en estos primeros momentos los conductores que se encuentran en el lugar del incidente puede reducir de manera significativa las posibles consecuencias, y los conductores profesionales pueden ser considerados por otros como ejemplos a seguir de buen comportamiento en estos casos.

Por consiguiente, se consideró necesario que los conductores profesionales estuviesen mejor informados que los conductores ocasionales sobre el comportamiento que se debe seguir dentro de los túneles. Se decidió añadir al texto ya publicado algunas frases especiales relativas a los conductores profesionales. Los nuevos aspectos que puedan surgir en las discusiones del Grupo de Trabajo nº 3 –por ejemplo, sobre los teléfonos móviles– podrían también añadirse. Las descripciones de los equipos de seguridad de los túneles de carretera no se han aumentado, aunque en algunos casos se han introducido modificaciones (por ejemplo, suprimir la recomendación de dirigirse sistemáticamente hacia las salidas de emergencia situadas en dirección contraria a la corriente de aire).

3.3.4 Autoescuelas

Se decidió asimismo preparar propuestas para que las autoescuelas introduzcan en los exámenes de conducir preguntas sobre el comportamiento de los usuarios en los túneles.

3.4. Explotadores de túneles

En el incendio del túnel del Mont Blanc, la reacción humana de los explotadores y los servicios contra incendios resultó crucial; de ahí que surgiera el deseo de incluir en las actividades del Grupo de Trabajo nº 3 representantes de todas las personas cuyo comportamiento es importante. La cualificación del personal debía ser analizada de nuevo, en estrecha colaboración con el Grupo de Trabajo nº 1 para evitar la duplicación del trabajo. En consecuencia, se decidió preparar una guía dirigida a los explotadores de los centros de control de los túneles de carretera que incluyese los siguientes puntos:

- Detección.
- Información.
- Acción.
- Intervención.

3.5 Fuerzas de intervención

El objetivo no consiste en indicar a las fuerzas de intervención lo que deben hacer en caso de incidente, sino en intentar suministrar información básica que resulte útil para los servicios de los túneles de carretera; tampoco se pretende suministrar una guía para las fuerzas de intervención, sino información sobre los equipos y la explotación de los túneles. Por consiguiente, se ha decidido redactar un folleto con información específica, cuyo contenido se refiera a los servicios, las prioridades, las alarmas, la información necesaria para los servicios de intervención, las acciones que facilitan la evacuación de los usuarios y la intervención de los servicios de emergencia en el túnel y la formación.

4. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN Y GEOMETRÍA

4.1 Introducción

El Grupo de Trabajo nº 4 inició su trabajo centrándose en los siguientes temas: sección transversal, gestión del tráfico y dimensionamiento de las señales de tráfico. El objetivo del Grupo de Trabajo consistía en obtener un conocimiento más amplio y más preciso de estos aspectos, que tienen influencia en la seguridad de los túneles.

4.2 Sección transversal

La filosofía de proyecto de la sección transversal de los túneles es diferente de un país a otro. El principio de "carriles y arcenes" puede variar en muchos aspectos: hay construcciones con aceras elevadas (por ejemplo: 20 cm en la mayoría de los casos y hasta 1 m en los Estados Unidos), con arcenes ordinarios a nivel de la calzada, con bordillos franqueables, etc. Todas estas estructuras tienen diversas influencias sobre el comportamiento del conductor, tanto en una situación normal como en una situación de emergencia y, por tanto, tienen un impacto sobre la seguridad.

No hace falta decir que la mayoría de las filosofías de proyecto no siguen únicamente criterios de seguridad, sino que también tienen en cuenta otros aspectos como el coste u otros criterios de construcción. La circulación en uno o dos sentidos, el número de carriles, la pendiente máxima, el método de construcción, la velocidad de proyecto, la densidad de tráfico, el porcentaje de vehículos pesados, etc. son todos ellos parámetros importantes. Los aspectos relativos a la seguridad deberían incluirse entre los criterios prioritarios, ya que, como es sabido, el diseño tiene una considerable influencia en la seguridad de los conductores.

En general, se admite que las secciones transversales reducidas pueden ser causa de accidentes. La anchura media de los carriles acostumbra ser de 3,50 m; las anchuras más reducidas, en zonas poco habitadas o en sistemas de tres carriles, son del orden de 2,80 m; y los carriles más anchos son de 3,75 m. Para los arcenes derechos e izquierdos hay muchas variantes: desde inexistentes a 1 m; elevados o no; separados o no de la calzada por bordillos franqueables.

El valor de las aceras elevadas desde el punto de vista de la seguridad continúa siendo objeto de discusión –en algunos países no existen– pero, en cualquier caso, resultan útiles para las actividades de conservación.

Los arcenes separados únicamente por una línea marcada en el suelo, son bien conocidos en el caso de las carreteras al aire libre y su utilidad para los vehículos averiados está fuera de toda duda. Sin embargo el elevado coste de una sección transversal con arcenes hace que no existan en la mayoría de los túneles

Por otra parte, los arcenes y las aceras no deberían tener entre 1 y 2 m, ya que estas anchuras pueden hacer pensar a los conductores que pueden detenerse sin peligro cuando no es así.

El informe ya publicado: "Geometría de la sección transversal de los túneles con circulación en un solo sentido" (05.11.B, 2001) contempla todos estos aspectos y presenta conclusiones y recomendaciones. A este informe le seguirá otro sobre el mismo tema pero para túneles con circulación en los dos sentidos.

4.3 Sistemas de gestión de los incidentes de tráfico utilizados en los túneles de carretera

Se ha redactado un informe sobre este tema con el objeto de definir los aparatos y equipos utilizados actualmente en los sistemas de gestión de incidentes en los túneles de carretera para crear un entorno seguro para los usuarios.

Un sistema de gestión de incidentes de tráfico se compone generalmente de aparatos de detección, verificación y control del tráfico y/o de los incidentes y de planes de control del tráfico o estrategias para reaccionar en caso de incidentes. También pueden utilizarse sistemas para impedir a los usuarios entrar en el túnel mientras no se hayan restablecido las condiciones de seguridad. La rápida detección y verificación de los incidentes permite a los operadores del centro de control activar señales de control del tráfico y/o los incidentes, aplicar planes de control del tráfico y advertir a los organismos de respuesta exteriores para minimizar las pérdidas de vidas humanas y los daños a la estructura del túnel.

Los incendios que se han producido recientemente en diversos túneles han puesto de manifiesto que se pueden salvar vidas y reducir al mínimo los daños materiales mediante la rápida detección y verificación de los incidentes. Los usuarios pueden ser evacuados del túnel y dirigidos hacia otro túnel, hacia galerías de seguridad o hacia otra salida para alcanzar el aire libre o para esperar los equipos de socorro.

La comunicación oral entre el centro de control y los usuarios es también importante para dar instrucciones, localizar usuarios perdidos y reducir el pánico de los usuarios que se sientan abandonados.

Constantemente se están mejorando las tecnologías relativas a los aparatos de gestión de los incidentes de tráfico y están apareciendo nuevos aparatos y sistemas. Las nuevas tecnologías permiten instalar en los túneles existentes instalaciones con una buena relación coste-eficacia que mejoran sensiblemente la seguridad general de los usuarios.

4.4 Nichos de seguridad y puestos SOS en los túneles de carretera

Las discusiones sobre la seguridad en los túneles se han extendido en los últimos años a un nuevo aspecto: la necesidad y el diseño de los nichos de seguridad y los puestos SOS. Se ha decidido estudiar a fondo las diversas especificaciones nacionales, comparar las experiencias y llamar la atención sobre este importante aspecto de la seguridad en los túneles.

El estudio, que aún no ha concluido, demostrará que en la actualidad existen muchas divergencias entre los reglamentos de los diversos países; éstas se deben, en parte, a diferentes filosofías de seguridad pero, en general, no están justificadas. En particular, hay que preguntarse si pueden existir diferentes categorías de seguridad; se plantea la cuestión de si se debe exigir la misma seguridad, en caso de accidente, independientemente de que la utilización del túnel sea mayor o menor.

4.5 Señalización direccional en los túneles de carretera

Cualquier señalización sigue normas establecidas según criterios específicos que, en la mayoría de los casos, no tienen en cuenta las limitaciones geométricas inherentes a las estructuras subterráneas. Por regla general, las normas de diseño para la señalización son adecuadas para las carreteras al aire libre, pero, a falta de recomendaciones especiales para los túneles, se aplican las mismas normas a estos tipos de estructuras.

Sin embargo, el espacio disponible para las señales es siempre reducido en los túneles, y aumentar este espacio es a menudo muy costoso. En consecuencia, el estudio tiene por objeto determinar de qué manera puede incorporarse y adaptarse la señalización direccional. Esta investigación debe tener en cuenta, además de los principios fundamentales que rigen el diseño de la señalización, todos los aspectos específicos de los túneles.

Las limitaciones existentes en los túneles no son las mismas para todos los tipos de señalización. Las señales de tipo "policía", como la señalización de los elementos de seguridad (nichos, salidas para los usuarios, comunicaciones entre galerías, etc.) tienen dimensiones fijas. Este tipo de señales se encuentra generalmente encima de las aceras y las dimensiones de los paneles son moderadas, por lo que esta señalización es fácil de incorporar. Está claro que el espacio disponible encima de las aceras, que tienen generalmente una anchura de 0,7-1 m, permite instalar señales cuyas dimensiones sean las recomendadas en función de la velocidad en los diferentes países.

Por consiguiente, el informe que se está preparando sólo tratará de la señalización situada encima de los carriles de circulación –es decir, la señalización direccional y la de gestión del tráfico– que es la que tropieza con mayores limitaciones.

5 MERCANCÍAS PELIGROSAS

5.1 Introducción

El proyecto conjunto de investigación OCDE/AIPCR ERS2 sobre el "Transporte de mercancías peligrosas a través de los túneles" se inició en 1995 y sus primeros resultados se presentaron en una sesión especial del XXI Congreso Mundial de Carreteras de Kuala Lumpur en octubre de 1999. El informe final del proyecto, después de su finalización, fue publicado conjuntamente por la OCDE y la AIPCR en 2001.

Este proyecto dio como resultado herramientas de evaluación del riesgo –modelo de análisis cuantitativo de riesgos (QRAM: "Quantitative Risk Assessment Model") y modelo de ayuda a la decisión (DSM: "Decision Support Model")– y una propuesta de ley (agrupamiento de cargas de mercancías peligrosas), para ayudar a los gobiernos y a los explotadores a tomar la decisión de autorizar o prohibir el transporte de mercancías peligrosas a través de los túneles. Este proyecto de investigación contó con apoyo y financiación de todo el mundo y sus resultados serán difundidos a la comunidad inter-nacional de túneles a través de la AIPCR.

Como consecuencia, el Grupo de Trabajo nº 5 ha centrado su actividad en la difusión y profundización de los resultados del proyecto conjunto OCDE/AIPCR. Los objetivos establecidos son los siguientes:

- Validación y difusión de los resultados del proyecto ERS2.
- Seguimiento de los aspectos políticos relacionados con la ONU/CEE (Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas).
- Apoyo a los usuarios de las herramientas puestas a punto por el proyecto ERS2: modelos de análisis cuantitativo de riesgos (QRAM) y de apoyo a la decisión (DSM).
- Apoyo y desarrollo continuo de estas herramientas.
- Análisis de los trabajos existentes sobre la "Relación coste-eficacia de las medidas de reducción de riesgos" para los túneles nuevos y en servicio.

5.2. Modelos de análisis cuantitativo de riesgos y de ayuda a la decisión

5.2.1 Validación

En 2002, una vez terminada la validación de estas herramientas, se publicó la versión final de los modelos QRAM y DSM. Este último no se ha utilizado mucho hasta la fecha, pero el QRAM se está aplicando actualmente a túneles en estudio y a túneles en servicio, sobre todo en Francia, aunque también se ha utilizado con éxito en el Reino Unido y en España. La aplicación de los modelos se presentó en los seminarios celebrados en Chile y en China.

La aplicación de estas herramientas permite validar mejor los modelos y detectar aspectos que podrían modificarse, mejorarse o desarrollarse. Se han incluido una serie de demostraciones de aplicación del QRAM en un sitio Internet específico para ayudar a las organizaciones que están considerando la posible utilización del modelo (<http://www.wg5dangerousgoods.com>).

5.2.2 Distribución

Los modelos están ya terminados y han sido validados. La OCDE y la AIPCR están formulando los aspectos relativos a la distribución de las herramientas y el apoyo a las mismas.

5.2.3 Grupo de Usuarios

La creación de un Grupo de Usuarios era prioritaria para el Grupo de Trabajo nº 5. Las herramientas no se están utilizando mucho, y la creación de dicho grupo era una solución para promover su utilización. En Francia, en el Reino Unido y en España existe una base sólida de usuarios y otros países, tales como Austria, Dinamarca, Noruega, Suecia y la República Checa, han comunicado su interés por formar parte del Grupo de Usuarios. Con esto se ayudaría a los países y organizaciones a evaluar y aplicar los modelos en sus procesos de evaluación de riesgos.

Varios países están desarrollando sus propios modelos para evaluar las implicaciones de autorizar el paso de mercancías peligrosas por los túneles. Resultaría útil incluir a los usuarios de estos métodos alternativos en el Grupo de Usuarios.

Con objeto de promover la creación de un Grupo de Usuarios, se invitó a los proyectistas y usuarios de las herramientas a participar en una reunión del Grupo de Trabajo nº 5. Con ocasión de esta reunión se celebraron talleres para promocionar los aspectos "comunitarios" de un Grupo de Usuarios. Para apoyar y desarrollar estas herramientas, con el fin de asegurar la continuidad de su utilización, se necesita financiación suplementaria.

5.3. Aspectos políticos

5.3.1 Introducción

La principal recomendación política del proyecto OCDE/AIPCR era la creación, a nivel internacional, de cinco agrupamientos de mercancías peligrosas cuya aplicación ayudaría a armonizar la normativa relativa a los túneles.

5.3.2 Organización de las Naciones Unidas

El informe final del proyecto conjunto recomendaba que el Comité de Expertos en el Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas incluyese el sistema de agrupamientos en la normativa de las Naciones Unidas e impulsase su utilización en todo el mundo. Dado que la misión del Comité de Expertos tiene un alcance multimodal, se consideró una alternativa más específica consistente en encomendar esta función al Grupo de Trabajo nº 15 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (ONU/CEE), encargado del transporte de mercancías peligrosas. Este grupo de trabajo podría incluir el sistema propuesto en el Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR).

El anteriormente citado Grupo Multidisciplinar de Expertos en la Seguridad de los Túneles, creado por la ONU/CEE, tuvo en cuenta estas recomendaciones en su informe final de diciembre de 2001, en el que se incluyen medidas relativas al paso de mercancías peligrosas a través de los túneles que están siendo examinadas por los órganos pertinentes de la ONU y de la ONU/CEE con vistas a su eventual introducción en las recomendaciones internacionales y en los acuerdos europeos.

5.3.3 Unión Europea (UE)

En los primeros días de 2003, la Comisión Europea propuso una Directiva Europea sobre los requisitos mínimos de seguridad en los túneles de la Red Viaria Trans-europea. En lo que respecta al transporte de mercancías peligrosas, esta propuesta hace referencia al proyecto conjunto OCDE/AIPCR e incluye disposiciones acordes con sus conclusiones.

5.3.4 Actividad del Grupo de Trabajo nº 5

Este Grupo de Trabajo seguirá la evolución de las actividades en las Naciones Unidas, la ONU/CEE y la UE en este campo, incluidas las eventuales recomendaciones relativas a la aplicación, el apoyo y el desarrollo del sistema de agrupamiento propuesto por la OCDE y la AIPCR, así como las herramientas QRAM y DSM.

5.4. Rentabilidad de las medidas de reducción de riesgos

5.4.1 Antecedentes

El proyecto conjunto OCDE/AIPCR antes mencionado incluía entre sus tareas el estudio de medidas para la reducción de riesgos en los túneles, en el caso de que se autorizase el paso de mercancías peligrosas por los mismos. Se definieron estas medidas y se realizaron estudios detallados con el fin de cuantificar la eficacia de las medidas de seguridad, recurriendo, en la medida de lo posible, al QRAM.

5.4.2 Examen y actualización de los trabajos anteriores

El Grupo de Trabajo había estudiado anteriormente el tema de la rentabilidad de las medidas y había hecho diversas contribuciones al proyecto OCDE/AIPCR, además de preparar un informe para difundir las principales conclusiones de dicho proyecto en este campo.

El Grupo de Trabajo ha comprobado que la actualización de los trabajos existentes sobre este tema plantearía dificultades en relación con los recursos necesarios para llevar a cabo estudios suplementarios. Un objetivo realizable consistiría en presentar diversos estudios de casos relativos a las medidas de reducción de riesgos en proyectos de construcción de nuevos túneles o de mejora de túneles existentes.

Son necesarios estudios suplementarios para establecer la relación entre las inversiones en medidas de reducción de riesgos y los beneficios obtenidos en términos de vidas salvadas, protección de las infraestructuras e impacto económico en la sociedad. Existen diversos proyectos europeos de investigación sobre el empleo de las herramientas de evaluación de riesgos.

6 CONTROL DE LOS INCENDIOS Y DEL HUMO

6.1 Introducción

El Grupo de Trabajo nº 6 tenía previsto continuar el trabajo realizado anteriormente en relación con el control de los incendios y del humo en los túneles de carretera. Dado que se trataba de temas relativamente nuevos en el ámbito de los túneles de carretera, había mucho que hacer en el área de los incendios y de la seguridad frente a los mismos. El programa de trabajo se intensificó como consecuencia de los graves incendios que se produjeron en diversos túneles europeos.

6.2 Plan de trabajo

Las tareas del Grupo de Trabajo nº 6 han sido las siguientes:

- Tarea 1 – Lecciones aprendidas de catástrofes anteriores
- Tarea 2 – Conceptos de seguridad para los incendios en túneles
- Tarea 3 – Resistencia de la estructura al fuego
- Tarea 4 – Ventilación transversal
- Tarea 5 – Salidas de emergencia
- Tarea 6 – Equipo de seguridad específico contra incendios
- Tarea 7 – Gestión de las intervenciones en caso de incendio
- Tarea 8 – Medidas/reglamentos después de los incendios del Mont Blanc y del Tauern
- Tarea 9 – (añadida posteriormente) – Funcionamiento y control de los sistemas de ventilación de emergencia

6.2.1 Tarea 1 – Lecciones aprendidas de catástrofes anteriores

Al principio, esta tarea tenía por objeto analizar los incendios del Mont Blanc y del Tauern y extraer enseñanzas de estas dos catástrofes. Posteriormente, durante este ciclo de trabajo, se produjo otro incendio grave, el del túnel de San Gotardo en Suiza, que se añadió a esta Tarea 1.

6.2.2 Tarea 2 – Conceptos de seguridad para los incendios en los túneles

Consistía en elaborar una lista general de objetivos y posibles escenarios de incendios en túneles de carreteras que pudieran servir de base para las demás actividades del Grupo de Trabajo nº 6.

6.2.3 Tarea 3 – Resistencia de las estructuras al fuego

Esta tarea prosigue el trabajo efectuado en el ciclo precedente, como resultado de un acuerdo alcanzado entre la AIPCR y la ITA para llevar a cabo una acción conjunta sobre la resistencia al fuego de las estructuras. Esta cooperación se desarrolló entre el Grupo de Trabajo nº 6 del C5 (Control de los incendios y del humo) y el Grupo de Trabajo nº 6 de la ITA (Obras de conservación). En el acuerdo se disponía que la AIPCR suministraría los criterios de resistencia apropiados (curvas temperatura-tiempo y plazos de resistencia) y que la ITA determinaría las medidas que deben aplicarse para garantizar la resistencia al fuego de las estructuras de los túneles de carretera.

El acuerdo inicial preveía una publicación conjunta AIPCR/ITA en forma de artículos en sus respectivas revistas que presentasen los resultados de esta acción conjunta. Los resultados de la AIPCR se incluirán también en el informe ya citado y la ITA publicará un manual en el que se expondrá el conjunto de las recomendaciones.

6.2.4 Tarea 4 – Ventilación (semi-)transversal

Esta tarea tenía por objeto abordar el proyecto y la explotación de sistemas de ventilación transversal, así como el suministro de información sobre las condiciones de (des-)estratificación del humo (en caso de que sea posible).

6.2.5 Tarea 5 – Salidas de emergencia

Es evidente que el tema de las evacuaciones de emergencia, y específicamente las salidas de emergencia, no se ha estudiado suficientemente hasta ahora. El objetivo de esta tarea consistía en enumerar los tipos de salidas de emergencia y sus características (considerando también el caso de las personas discapacitadas), y aportar elementos para determinar el espaciado de las salidas en función de factores tales como el comportamiento de las personas y la ventilación de los túneles.

6.2.6 Tarea 6 – Equipo de seguridad específico contra incendios

El informe "Control de los incendios y del humo en los túneles de carretera", publicado en 1999, incluía una evaluación de los trabajos precedentes sobre este tema, así como una serie de recomendaciones generales. Resultaba evidente que quedaban muchos estudios por realizar en este campo sobre la evaluación de los sistemas específicos para la detección y extinción de los incendios en los túneles de carretera.

El contenido de esta tarea fue definido por el Grupo de Trabajo nº 6 para incluir los rociadores, los nebulizadores y otros sistemas automáticos de extinción y de detección de incendios.

6.2.7 Tarea 7 – Gestión de las intervenciones en caso de incendio

Esta tarea tenía como finalidad, en un principio, tratar de la organización de los ensayos de incendio (para la entrega de un túnel o para la formación del personal) y definir el comportamiento previsible de los usuarios en caso de incendio.

6.2.8 Tarea 8 – Medidas/reglamentos después de los incendios del Mont Blanc y del Tauern

Inicialmente, esta tarea tenía por objeto analizar las medidas previstas y los reglamentos existentes en los distintos países para los casos de incendio. Sin embargo, en el programa de trabajo inicial se especificaba lo siguiente: "este tema únicamente se abordará si no es tratado por el nuevo grupo multidisciplinar de expertos "Seguridad en los túneles" de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas". Cuando se determinó que esta acción ya estaba en curso, se suprimió del programa del Grupo de Trabajo nº 6.

6.2.9 Tarea 9 – Funcionamiento y control de los sistemas de ventilación de emergencia

Este tema se añadió posteriormente para tratar del funcionamiento y control de estos sistemas.

6.2.10 Tarea 7/9 – Responsabilidades en caso de operaciones de emergencia

Las tareas 7 y 9 se fusionaron en la denominada Tarea 7/9 para estudiar el tema de las responsabilidades en caso de operaciones de emergencia: accionamiento del sistema de control del humo, interfaz proyectista/explotador, intervención de los equipos de bomberos, y formación y conservación relativas al control de los incendios y del humo.

6.3 Colaboración entre grupos de trabajo

El Comité C5 consideró que una cooperación entre sus Grupos de Trabajo nº 2 y nº 6 podía resultar muy fructífera. En consecuencia estos dos grupos han celebrado reuniones conjuntas.

Los dos grupos se han puesto de acuerdo en definir los siguientes temas como de interés común:

1. Reguladores de flujo para el humo.
2. Dimensionamiento de los aceleradores ("jet fans") en caso de incendio
3. Instalación, eficacia y ruido de los aceleradores.
4. Seguimiento del funcionamiento del sistema de ventilación.
5. Control de la ventilación.

Finalmente se decidió reunir en un documento los resultados de esta actividad conjunta.