

necesario para explotar el/los túnel/es y todo el personal del centro de control está implicado en la explotación. Para túneles de gran longitud, para túneles urbanos de peaje o para túneles con elevada intensidad de tráfico, este tipo de centro de control suele ser importante y complejo.

▶ 3.4 CENTRO DE CONTROL REMOTO

En algunos casos los túneles forman parte de itinerarios importantes o de un entramado urbano ya gestionado por un centro de control. A menudo, este centro se encuentra cerca de algún túnel, pero si el itinerario tiene muchos, puede estar alejado de ellos. El centro de control dispone de todos los equipos necesarios para explotar la red y los túneles. Este tipo de centro de control remoto es muy adecuado para la explotación de una red de autopistas (autovías) o de un grupo de túneles urbanos.

▶ 4 PERSONAL DE EXPLOTACIÓN: TAREAS Y MEDIOS

▶ 4.1 GENERALIDADES

El personal de explotación puede ser clasificado en 3 categorías:

- Personal de explotación encargado de la gestión de tráfico y de la gestión técnica.
- Personal de soporte administrativo y logístico (administración, finanzas, personal.gestión, etc.).
- Equipo de emergencia. Existen servicios externos de emergencia, pero si la organización del túnel dispone de recursos suficientes suele tener su propio equipo de primera intervención. Cuando los equipos de emergencia externos llegan, toman el mando de las operaciones para resolver la situación.

Esta guía solamente trata de la organización, selección y formación del personal de explotación, así como del personal de primera intervención (si se dispone de éste).

Es difícil establecer una lista de la cualificación y de los conocimientos requeridos por categoría o responsabilidad funcional que se ajuste a todas las formas de explotación de túneles o para todos los países. Por ello se utiliza la clasificación general descrita en un informe anterior de PIARC/AIPCR [2]:

- Personal encargado del control: Operadores del centro de control.
- Personal de mantenimiento.
- Personal de primera intervención.

Esta clasificación agrupa por tareas más que por funciones o categorías profesionales. Por ejemplo, un operador de explotación puede encargarse del control del tráfico y de la gestión de incidentes. No obstante, una persona encargada de gestionar el tráfico debe saber cómo cerrar o abrir una vía a la circulación, independientemente de que sea un policía o un gestor de tráfico.

Considerar tareas en lugar de funciones facilita la definición de las cualificaciones necesarias para obtener el nivel de rendimiento apropiado.

Además facilita la aplicación de las recomendaciones de PIARC para la interpretación de las funciones existentes en los distintos países. La Guía de Buenas Prácticas [2] describe el “¿por qué?” y “¿cómo?” de la formación y en este documento se trata del “¿que hacer?”.

▶ 4.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

De manera muy esquemática se puede representar la explotación de un túnel en un gráfico, en el que se indican en el eje de abscisas los “incidentes que afectan al tráfico” y en el de ordenadas los “medios humanos y equipamiento”. (Ver figura 1 de la página siguiente). Cada eje está dividido en tres partes: operación normal, incidente y emergencia. Así, en términos de explotación, el gráfico queda dividido en tres zonas: la zona exterior en la que es necesario proceder al cierre del túnel, la zona intermedia en la cual se deben realizar acciones de control y/o restricciones de circulación y finalmente la zona interior correspondiente a una situación de explotación normal, que es la más frecuente.

- En situación normal de explotación pueden presentarse incidentes en la circulación de poca importancia que no tengan afección al tráfico; también puede ocurrir que el equipamiento del túnel presente pequeños problemas de funcionamiento. Estos incidentes o pequeños fallos de funcionamiento puede que conlleven pequeñas intervenciones de mantenimiento que no necesiten de recursos externos (área “tráfico normal”/“funcionamiento normal” de la figura 1).
- La explotación normal del túnel puede ser alterada o bien por una incidencia sobre el tráfico o bien por causas de avería en las instalaciones y/o causas humanas. En estos casos, el explotador tiene que recurrir a uno o varios servicios exteriores: policía de tráfico, servicios de emergencia, asistencia de carreteras, subcontratistas, etc.

Se definen dos umbrales de severidad:

Un primer umbral, que corresponde a los incidentes que afectan al tráfico o al medio ambiente o averías técnicas, que tienen consecuencias sobre el flujo del tráfico o la seguridad del túnel (área “tráfico degradado”/“funcionamiento degradado”). Necesitan la activación de medidas compensatorias o de restricción de tráfico por el explotador y la policía. La explotación de la carretera se ve afectada, pero la seguridad de los usuarios queda garantizada. El túnel se explota en modo degradado.

Un segundo umbral, en el que los incidentes o degradaciones son críticos para la seguridad y conllevan el cierre del túnel. En algunos casos particulares, las autoridades administrativas locales podrán activar planes de emergencia específicos.

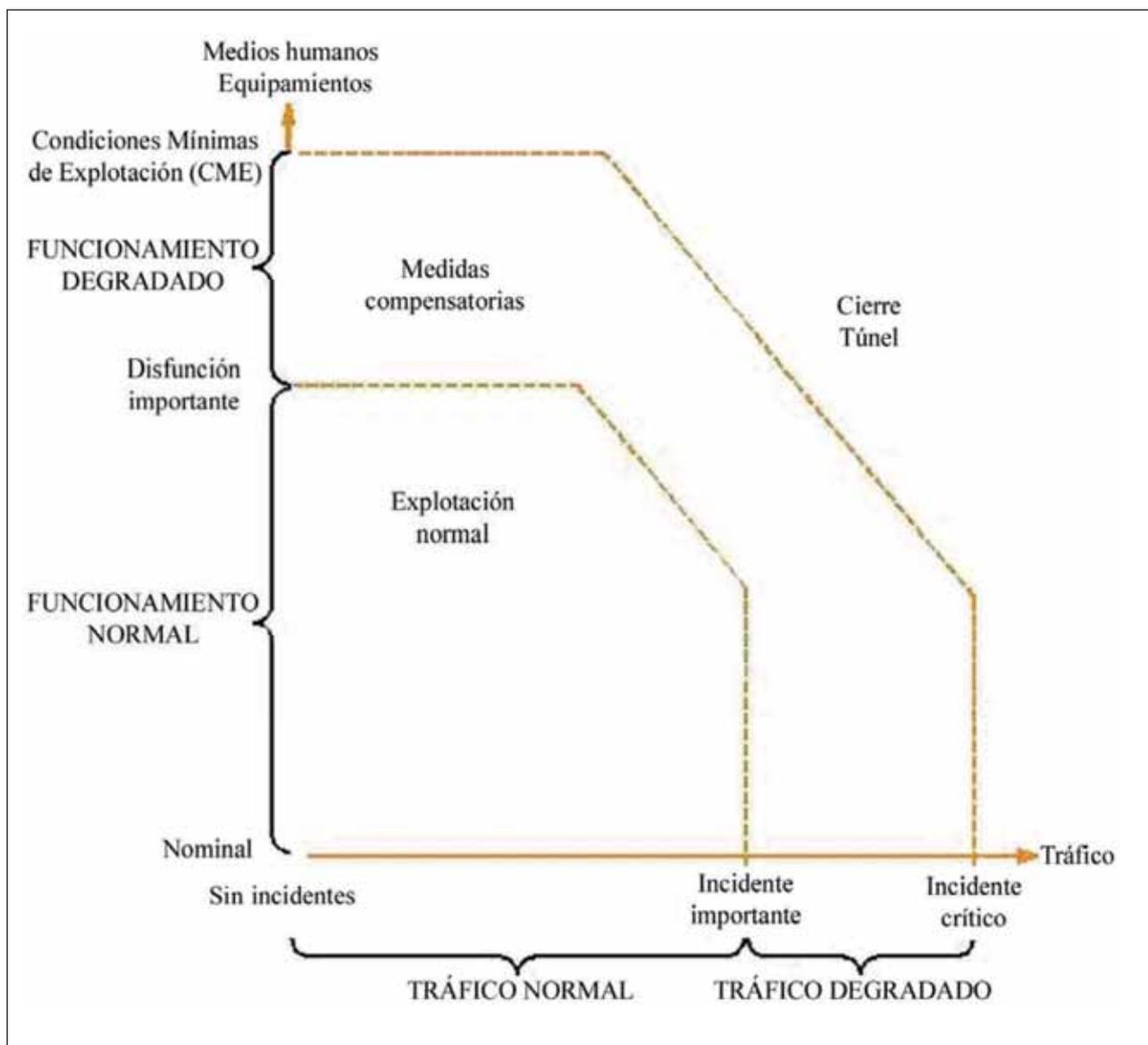


Figura 1: Representación esquemática de la explotación del túnel

► 4.3 TAREAS

4.3.1 Personal encargado del control (*Operadores de Centro de Control*)

Las tareas de control del túnel son efectuadas por operadores que dependen de un responsable (o supervisor). El responsable de los operadores también es responsable de la elaboración y actualización de los planes y procedimientos para la gestión de las situaciones de emergencia con las autoridades competentes.

Como norma general los operadores de túnel trabajan en un centro de control y son responsables de las siguientes tareas:

- Control del tráfico en condiciones normales en el interior y en las proximidades del túnel;
- Detección de cualquier incidente susceptible de poner en peligro la seguridad de los usuarios. En caso de detección de una incidencia, el operador debe, conforme a las instrucciones y procedimientos establecidos, activar los sistemas de respuesta de

emergencia planificados (señalización, ventilación, etc.) e informar a los servicios de intervención competentes según la naturaleza y el nivel de gravedad del incidente que esté ocurriendo;

- Control/mando del equipamiento de los túneles;
- Aviso al equipo de mantenimiento en caso de avería o degradación de las instalaciones que pudieran afectar a la seguridad del túnel;
- Información a los usuarios, a los medios de comunicación y/o a las autoridades locales sobre todas las consecuencias del incidente que esté ocurriendo.

Según el número de túneles a controlar y su complejidad específica, estas tareas pueden ser realizadas por un solo operador o por varios. Una opción es la de disponer de un operador encargado de la gestión del tráfico y de la gestión de incidentes (controlando el tráfico y aplicando los procedimientos planificados) y otro encargado de la gestión de las instalaciones (controlando la disponibilidad de los equipos y gestionando su mantenimiento para garantizar un nivel de servicio adecuado).

Es importante recalcar el hecho de que los operadores de túnel (encargados de la gestión del tráfico y del equipamiento de control), tienen una gran responsabilidad y una intensa actividad durante los primeros minutos de un incendio o de un incidente grave.

a) Gestión del tráfico: supervisión y control del tráfico

El operador del túnel es responsable de la gestión del tráfico en las siguientes situaciones:

- Tráfico normal,
- Trabajos de mantenimiento planificados,
- Incidentes leves,
- Incidentes graves.

Ello implica:

- La vigilancia permanente del tráfico en el interior del túnel y en sus accesos,
- La gestión de las operaciones de mantenimiento preventivo gestionando los correspondientes cortes de carril, etc,
- La detección de cualquier incidencia (en particular las que puedan poner en peligro la seguridad de los usuarios) e inicio de las acciones de control necesarias,
- La gestión del tráfico y de las incidencias,
- La puesta en marcha de los procedimientos de respuesta frente a cualquier situación anormal o de emergencia y durante la actuación del resto de actores implicados, la verificación de que las acciones de respuesta tienen lugar en los plazos y ubicación adecuados,
- La verificación de las condiciones de reapertura del túnel después de un incidente o una operación de mantenimiento.

El proceso de reapertura del túnel consta de dos fases en función de las circunstancias:

- La primera consiste en realizar una inspección visual para asegurar que el túnel y sus equipamientos permiten garantizar la seguridad de los usuarios.
- La segunda fase es el restablecimiento del tráfico de forma controlada.

En circunstancias excepcionales puede ser necesaria la reapertura parcial del túnel durante un período de tiempo con condiciones particulares de circulación, con el fin de reducir un atasco importante. El personal de explotación deberá restaurar el tráfico normal tan pronto como sea posible respetando las condiciones de seguridad.

b) Gestión técnica: control/mando del equipamiento de túneles

El operador del túnel puede tener también responsabilidades sobre el equipamiento del túnel:

- control permanente de la disponibilidad y del estado de todas las instalaciones;
- control de la eficiencia del funcionamiento de las instalaciones en condiciones normales de explotación;
- actuación (puesta en marcha y/o parada) sobre los sistemas para pruebas, mantenimiento y reparación;
- coordinación eficiente entre las diversas intervenciones tanto técnicas como estructurales;
- control de las instalaciones durante cualquier tipo de incidente técnico;
- autorización *en tiempo real* de las intervenciones en el interior del túnel (relacionadas con el equipamiento de seguridad de túnel);
- intercambio de información con el personal de mantenimiento para gestionar las instalaciones durante un incidente.

4.3.2 Personal de Mantenimiento

El personal de mantenimiento puede realizar las tareas siguientes:

- inspección de la estructura (*obra civil*) del túnel y de sus equipamientos (*instalaciones*);
- mantenimiento de todo o parte del equipamiento;
- mantenimiento de la estructura del túnel;
- gestión de la documentación técnica;
- formación técnica del personal de mantenimiento.

El personal de mantenimiento tiene como objetivo conservar las instalaciones del (de los) túnel(es) a su cargo, tanto a nivel preventivo como correctivo. Trabaja normalmente mediante operaciones de mantenimiento preventivo planificadas, pero también puede ser requerido para intervenir en situaciones de emergencia y/o averías tanto críticas como no.

Para realizar este tipo de intervenciones puede ser necesaria la presencia de vehículos de vigilancia, policía de tráfico o personal de seguridad del túnel con el fin de establecer zonas seguras de trabajo (cierre de carriles, señalización, paneles de mensaje variable, etc).

Se distinguen diferentes tipos de mantenimiento:

Preventivo: se realiza siguiendo procedimientos predeterminados. Hay dos tipos de mantenimiento preventivo:

- **Mantenimiento periódico:** se actúa antes de que se produzcan deterioros en el sistema o averías en las instalaciones. Para ello se precisan procedimientos de mantenimiento programado (es decir con periodos fijados de antemano).
- **Mantenimiento según estado:** Se trata de verificar el estado de los equipos para reducir el alcance de las intervenciones preventivas, hacerlos más eficaces, y aumentar los intervalos de intervención, evaluando el estado global del túnel y de sus instalaciones.

Correctivo: la intervención tiene lugar después o ante la inminencia de una avería. Este tipo de mantenimiento también se puede llamar mantenimiento de intervención sobre avería.

Desarrollo y mejora: consiste en proyectos para la mejora del equipamiento existente y/o para añadir otros nuevos.

El mantenimiento preventivo y los proyectos de desarrollo y mejora se planifican y programan para ser realizados en períodos (diarios o semanales) en los que el nivel del tráfico es más bajo a fin de minimizar las interferencias al mismo.

El mantenimiento correctivo puede reducirse:

- Previendo la duplicación o redundancia del equipamiento esencial en la explotación desde las fases de diseño y construcción.
- Garantizando un mantenimiento preventivo sistemático sobre todos el equipamiento.

Sin embargo, no se puede eliminar totalmente el mantenimiento correctivo. Deben establecerse planes de actuación ante averías de equipos que sean críticos en la seguridad del túnel.

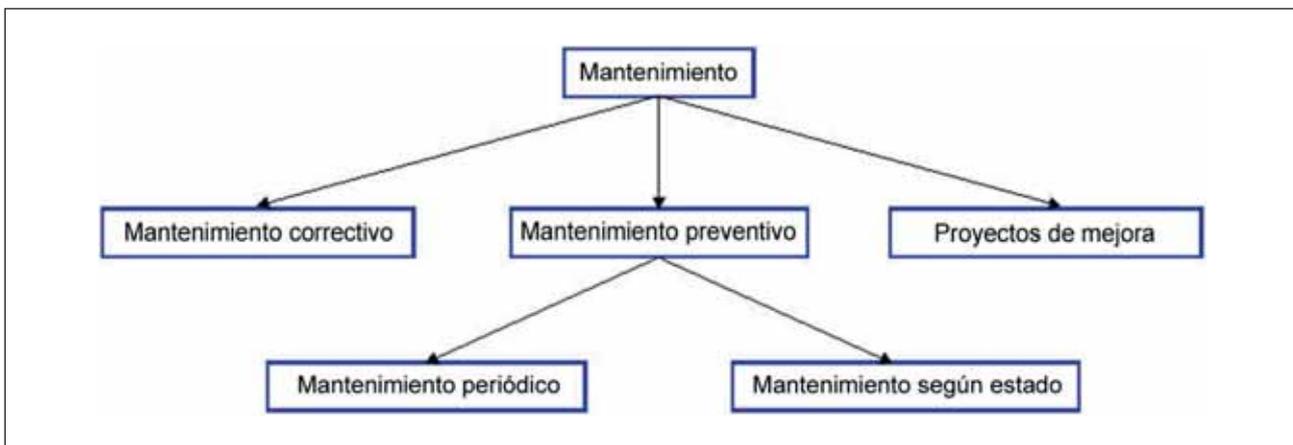


Figura 2 – Tipos de mantenimiento

Los proyectos de mejora pueden ser motivados por varias razones: nuevas reglamentaciones, nuevas tecnologías, descenso de la fiabilidad de los equipos, o factores económicos.

Generalmente existe un jefe de mantenimiento responsable del personal de mantenimiento.

4.3.3 Personal de primera intervención

Los túneles largos o los de gran intensidad de tráfico pueden disponer de su propio equipo de primera intervención.

En general, el equipo de primera intervención se encarga de las siguientes tareas:

- garantizar la protección de los usuarios implicados en un incidente en el interior del túnel;
- intervenir rápidamente en caso de incidentes para una toma del control inicial, aplicar las primeras medidas de seguridad y preparar la intervención de los equipos de emergencia en caso de que fuera necesario;
- evacuar los vehículos averiados o implicados en un accidente;
- en caso de incendio, aplicar todas las medidas necesarias para controlarlo y si es posible extinguirlo.

Un equipo de primera intervención puede estar compuesto por personal de explotación (vigilantes) convenientemente formado y/o por personal específico. Por ejemplo, el operador de túnel, gracias a un sistema de detección automática de incidentes (DAI) o a través de las cámaras de video vigilancia (CCTV), detecta un incidente: objeto sobre la calzada, vehículo parado o accidente. El equipo de primera intervención es enviado inmediatamente al lugar del incidente. En la mayoría de los casos, los vigilantes son los primeros en acudir al lugar del incidente y el resto del personal les refuerza cuando llegan.

La prioridad de los vigilantes es la de controlar el flujo de tráfico, mantener las condiciones de seguridad, y estar disponibles para responder rápidamente ante los incidentes y emergencias. Esta función puede ser combinada de forma útil y económica con otras tareas tales como la del control visual del equipamiento y la de realización de trabajos de mantenimiento menores.

Cuando un túnel dispone de un equipamiento de primera intervención éste se encuentra en general bajo la autoridad del responsable de la gestión de tráfico.

4.3.4 Consideraciones según el tipo de túnel

Las tareas a realizar por el personal de explotación, tal y como se indica en este documento, pueden ser o no de aplicación dependiendo de las características propias del túnel. Se consideran tres factores:

- Según se trate de un túnel controlado o no controlado:

En los túneles no controlados no existe normalmente ni personal de vigilancia ni control de tráfico específico. Las tareas se limitan al mantenimiento. Las intervenciones en caso de incidente son llevadas a cabo por los servicios de emergencia locales. En muy raras ocasiones el explotador dispone de equipos de socorro específicos para el túnel.

- Si existe un centro de control local o remoto:

En ocasiones es preciso conocer el contexto viario local para gestionar correctamente el tráfico en el túnel. Ello es particularmente importante en los túneles urbanos que se sitúan en una red compleja. En caso de existencia de un centro de control remoto, la formación del equipo de gestión de tráfico deberá incluir el conocimiento de la red viaria local y su modo de gestión. Deberá mantenerse un equilibrio entre las tareas dedicadas al túnel y sus accesos y las dedicadas a la red viaria gestionada por el centro de control.

El equipo de primera intervención podrá intervenir rápidamente solo si se encuentra ubicado en las proximidades del túnel. Si el centro de control es local no hay ningún problema. Si es remoto se puede recurrir a soluciones alternativas, como la instalación de un puesto de emergencia en las proximidades del túnel.

- Según el número y la complejidad de las instalaciones técnicas existentes en el túnel;

Para los túneles que disponen de gran cantidad de equipamiento, las tareas de mantenimiento serán más numerosas y será necesario más personal para realizarlas (personal del explotador y/o subcontratado). De la misma manera las tareas de supervisión del buen funcionamiento del equipamiento serán más complejas.

En la siguiente tabla (*figura 3*) se presentan las características de las tareas a realizar para una combinación de los tres factores determinantes referidos.

Nivel de equipamiento	Vigilancia	TAREAS POSIBLES	
		Centro de control local ⁽¹⁾	Centro de control remoto
Elevado (túnel con mucho equipamiento)	Controlado	<ul style="list-style-type: none"> Intervención ante incidentes Vigilancia y control del tráfico Accionamiento de las instalaciones Mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Intervención ante incidentes Vigilancia y control del tráfico Accionamiento de las instalaciones Mantenimiento⁽²⁾
	No controlado (no disponibilidad de personal para supervisión continua)	<ul style="list-style-type: none"> Solo mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Intervención ante incidentes Accionamiento de algunos equipos Mantenimiento
Bajo (túnel con poco equipamiento)	Controlado	<ul style="list-style-type: none"> Intervención ante incidentes Accionamiento de algunos equipos Mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Intervención ante incidentes Accionamiento de algunas instalaciones Mantenimiento
	No controlado	<ul style="list-style-type: none"> Solo mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Solo mantenimiento Accionamiento de algunas instalaciones

Figura 3 – Tareas en función de los tres factores determinantes

▶ 4.4 MARCO LEGAL, PROCEDIMIENTOS Y PLANIFICACIÓN

4.4.1 Marco legal

Todos los países disponen de un marco legal con requisitos nacionales y/o internacionales. Algunos de éstos son de carácter obligatorio y otros solo son recomendaciones. A menudo las reglamentaciones vienen establecidas por textos muy generalistas que solamente definen principios generales (reglamentaciones nacionales conformes a la directiva europea, textos nacionales). Las recomendaciones (PIARC, IESNA⁽³⁾ etc.) respetan las reglamentaciones y ayudan a interpretar y/o aplicar algunas leyes.

En la Unión Europea, los responsables de la explotación de los túneles de la Red Trans-Europea de Carreteras tienen que, con la autorización previa de la Autoridad Administrativa correspondiente, nombrar un Responsable de Seguridad que coordine todas las medidas preventivas y de salvaguardia para garantizar la seguridad de los usuarios y del personal de explotación. El Responsable de Seguridad debe realizar las siguientes tareas:

- coordinación con los servicios de intervención y participación en la elaboración de los procedimientos operativos,
- participación en la planificación, la ejecución y la evaluación de las operaciones de emergencia,

⁽¹⁾ En caso de bajo nivel de equipamiento el centro de control local puede ser únicamente una sala técnica.

⁽²⁾ Únicamente detección de averías.

⁽³⁾ Sociedad de ingeniería de iluminación en Norteamérica.

- participación en la definición de los planes de seguridad así como en la especificación de la estructura, del equipamiento y de la explotación.

La mayoría de los países han decidido que el Responsable de Seguridad sea nombrado por el responsable de la explotación del túnel (y no por los servicios de emergencia). No obstante, para garantizar la independencia del Responsable de Seguridad, éste no deberá estar bajo la autoridad jerárquica del explotador del túnel.

En numerosos países se requiere que el Responsable de Seguridad prepare y elabore un plan de intervención de emergencia (ver párrafo 4.3.3). Este plan está basado en la legislación local y debe incluir los procedimientos y las instrucciones referentes como mínimo a la actuación de los operadores de túnel y al personal de primera intervención en caso de incidente. Los procedimientos de intervención deben estar coordinados con los de los servicios de emergencia. El contenido de este plan está definido por las instrucciones o directivas nacionales, normalmente específicas de cada país. Define los escenarios cubiertos en el plan de seguridad y en el Plan de Procedimientos Operativos de Seguridad.

Algunos túneles disponen de documentos más detallados, en lugar de un plan de intervención de emergencia genérico (por ejemplo, el “Plan de procedimientos operativos de seguridad”, el “Plan de incidente técnico o avería”, etc.). Estos documentos describen el conjunto de instalaciones del túnel necesarias para la seguridad, definen los riesgos derivados de incidentes, clasificados por tipos, e incluyen si es posible un análisis de riesgos en términos de frecuencia consecuencias. Estos documentos definen también las funciones y responsabilidades del explotador y del personal externo en caso de emergencia. El personal externo que interviene son los bomberos, las autoridades civiles, etc.

Un plan más exhaustivo podría también incluir un análisis de riesgo, los procedimientos y los métodos de trabajo seguros para el conjunto de las operaciones de mantenimiento.

4.4.2 Procedimientos e instrucciones de explotación

Para cada túnel se deberá establecer un documento marco en el que se definan los objetivos y los principios de las intervenciones a realizar. Deberá considerar todas las situaciones que se puedan presentar: normales, incidentes o emergencia.

En él se definirán las actuaciones básicas a efectuar en el túnel con sus procedimientos asociados atendiendo a las condiciones existentes en cada momento (normales, incidentes o emergencias).

Este documento concierne exclusivamente al personal de explotación así como a los procedimientos y protocolos de comunicación.

En definitiva, todos los túneles deben disponer de un “Manual de Explotación” en el que se definan explícitamente:

- las operaciones de tráfico con procedimientos seguros de explotación,
- las operaciones de mantenimiento con sistemas seguros de trabajo,
- la organización del explotador con las funciones y responsabilidades de los diferentes actores,
- las tareas realizadas por los diferentes intervinientes, internos o externos, con los procedimientos aceptados/compartidos para las situaciones normales, incidencias o de emergencia.

4.4.3 Plan de intervención de emergencia

El responsable de la explotación del túnel debe preparar un plan de intervención de emergencia:

- bien de forma conjunta con los servicios de intervención externos,
- o bien con la participación y el apoyo de los servicios de intervención externos.

Este plan debe de especificar en particular:

- la estructura de mando y su coordinación con los equipos a disposición del personal de explotación, distinguiendo distintos niveles de responsabilidad;
- la estructura de mando y su coordinación con los servicios de intervención externos;
- los procedimientos para el establecimiento inicial de comunicaciones, organización de reuniones, y en caso de que fuera necesario, los procedimientos de transmisión de órdenes;
- las disposiciones para el despliegue de los equipos de intervención de emergencia y para el acceso al túnel;
- la relación y naturaleza del equipamiento de seguridad (por ejemplo ventilación);
- los itinerarios de acceso a las galerías de seguridad y la información que permita guiar al usuario en la evacuación;
- los medios de vigilancia, los sistemas de comunicaciones y los dispositivos de alerta (difusión de las instrucciones, modo de transmisión, código de definición de los accidentes, etc.), tanto internos como externos;
- las instrucciones generales de intervención, haciéndose la distinción entre las intervenciones normales y ordinarias y las que requieren la participación de personal externo al explotador;
- la relación de recursos a movilizar para resolver cada caso;
- los itinerarios que tienen que ser establecidos teniendo en cuenta el tráfico interior del túnel, las vías de acceso y la fluidez en las vías próximas;
- los dispositivos previstos para que quede constancia de los acontecimientos, decisiones y acciones tomadas durante la explotación;
- las disposiciones tomadas para la información al público y a los medios de comunicación;

Las responsabilidades en términos de coordinación entre los bomberos, la policía de tráfico y el explotador del túnel deben ser definidas de manera muy precisa en el plan de intervención de emergencia.

▶ 4.5 HERRAMIENTAS DE LAS QUE DISPONE EL PERSONAL ENCARGADO DEL CONTROL

4.5.1 Gestión de tráfico

Todas las tareas relacionadas con la gestión del tráfico son realizadas por los operadores del túnel, a menudo con la ayuda de sofisticados sistemas de gestión y control y tecnologías de detección de alarmas que, en algunos casos, pueden generar intervenciones automáticas preprogramadas. El tipo, el número y la funcionalidad de estas herramientas están fuertemente ligados a las características del túnel y sus niveles de tráfico.

En el caso de un túnel con gran cantidad de equipamiento gestionado desde un centro de control moderno, un operador puede tener a su disposición las siguientes herramientas:

- sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) para la supervisión a través de imágenes fijas o cíclicas;
- dispositivo de selección automática de las cámaras, visualización y detección automática de anomalías;
- grabadores de imágenes y de voz;
- puesto centralizado de atención de llamadas de emergencia con conexiones telefónicas directas a los servicios de emergencia;
- consolas integradas de supervisión centralizada;
- sistemas de detección automática de incidentes (DAI);
- sistemas de comunicación: difusión de radio, sistemas de alarma sonora y visual, paneles de mensaje variable, paneles de estado de la vía (*paneles aspa-flecha*), sistema de megafonía, telefonía interna, etc.

Algunas herramientas específicas pueden ser de gran ayuda en caso de incidentes graves:

- anuncios e instrucciones grabados previamente, de ámbito global o zonal (de esta forma el operador solamente tiene que pulsar una tecla para emitir los mensajes en el túnel, por ejemplo “incidente grave en el túnel, abandonen su vehículo y diríjense hacia la salida más cercana”);
- agrupación comandos (tecla “incendio”);
- respuesta automatizada (en caso de detección de incidente en base a los distintos sistemas de detección, activación de los sistemas de emergencia tales como vías de evacuación, puesta en marcha/paro de sistema de ventilación, puesta en marcha/paro de sistemas de bombeo, refuerzo de la iluminación, etc.). Normalmente estas acciones automatizadas pueden ser canceladas por el operador manualmente.

Puede ser de ayuda para el responsable de explotación disponer de una sala para la gestión de las actuaciones (sala de crisis), en particular cuando el túnel forma parte de un itinerario, de manera que una intervención de emergencia en un lugar determinado pueda ser dissociada de la gestión del tráfico del resto del itinerario. En ausencia de situaciones de crisis, esta sala puede ser utilizada para la formación del personal y la familiarización con las operaciones normales de explotación.

Las consolas integradas de supervisión proporcionan a los operadores de túnel, entre otras, las informaciones siguientes:

- Alarmas en los equipos y dispositivos (apertura de las puertas de emergencia, descuelgue de un extintor, etc.);
- Niveles de contaminación;
- Alarmas de los detectores de incendios;
- Datos de tráfico (tráfico medio diario, tasa de densidad de tráfico, velocidad de circulación, vehículos parados);
- Alarmas técnicas (malfuncionamiento y/o avería de un equipo);
- Estado de los dispositivos de gestión de tráfico.

4.5.2 Gestión técnica

En el caso de un túnel bien equipado, con sala técnica en el centro de control, los equipos son gestionados por un operador de túnel que tiene a su disposición numerosos datos técnicos y equipamiento de gestión y control.

La sala técnica del centro de control proporcionará todas o parte de las funciones e informaciones siguientes:

- vigilancia ambiental del túnel (calidad del aire, niveles de iluminación exterior, condiciones climatológicas, etc.);
- control y maniobra de las principales fuentes de energía;
- disponibilidad de alimentación eléctrica de emergencia con actuaciones automáticas y manuales;
- control y maniobra de los equipos con señalización de disponibilidad, estado, funcionamiento (ventilación, bombeo, iluminación, comunicaciones, sensores, etc.) normalmente en automático y con posibilidad de intervención manual;
- estado y disponibilidad de sistemas de seguridad.

El operador técnico puede tener a su disposición los siguientes sistemas:

- sistemas de alarma;
- sistemas de comunicaciones y de grabación (imagen, voz, datos);
- sistema SCADA⁽⁴⁾ de supervisión (sistema de adquisición de datos, de control-mando automático y de supervisión).

Estos sistemas, correctamente dimensionados e integrados, deben garantizar una buena gestión del equipamiento del túnel en situación normal. Un sistema SCADA sofisticado puede también ser programado previamente para tratar numerosas incidencias en situaciones degradadas.

El objetivo principal del operador de túnel es supervisar la totalidad del equipamiento para garantizar su buen funcionamiento y responder de manera correcta con una intervención manual en caso de mal funcionamiento o de emergencia.

El operador de túnel también está frecuentemente implicado en la gestión de las actuaciones de mantenimiento en caso de fallo o de avería. Es responsable de:

- el análisis de los fallos técnicos de funcionamiento (problemas en la alimentación eléctrica, redes de comunicación, averías de las instalaciones);
- la estimación de los márgenes de seguridad en términos de explotación técnica cuando existen equipos deficientes;
- la toma de decisiones referidas a las acciones que hay que emprender cuando se produce fallo en estos equipos.

Mientras que la gestión del tráfico es una tarea continua, la gestión técnica está a menudo ligada a la aparición de un incidente y/o avería técnica (esto significa que estas acciones no se dan en situaciones normales de explotación). Cuando se producen alarmas técnicas, el operador de túnel tiene que gestionarlas. Las alarmas prioritarias (pérdida de la alimentación eléctrica, fallos de la ventilación, etc.) deben ser tratadas de inmediato, lo que significa que en ciertos casos (durante las horas nocturnas por ejemplo), el operador de tráfico tiene que encargarse de ello. Por consiguiente, las tareas técnicas confiadas al operador de tráfico deben estar claramente definidas (la reciproca no es el caso).

⁽⁴⁾ Supervisory Control And Data Acquisition

Para realizar las tareas de mantenimiento, el operador técnico debe:

- analizar cada uno de los fallos de funcionamiento para diagnosticar su causa, valorar los márgenes de seguridad de explotación y avisar a los equipos de mantenimiento del problema detectado;
- Intentar acciones correctivas remotas, observando e interpretando los resultados, y luego informar a los equipos de mantenimiento;
- informar a los equipos de mantenimiento sobre las intervenciones correctivas pendientes y organizar las acciones necesarias;
- participar en el seguimiento de las actuaciones, comprobar por las pantallas de control que el problema ha sido eliminado, que la función está totalmente restaurada y que el servicio normal ha sido restablecido;
- en todas las operaciones anteriormente mencionadas, mantenerse en contacto con el responsable de tráfico del centro de control para tomar las medidas necesarias en términos de gestión de tráfico para compensar la reducción de los niveles de seguridad y, si fuera necesario, facilitar un acceso seguro a las zonas de trabajo para proceder a las reparaciones, o, en casos extremos, tomar las medidas para un cierre total del túnel.

► 5 COORDINACIÓN DE TAREAS

► 5.1 ASPECTOS GENERALES

Las tareas de explotación son las mismas para todos los túneles, pero las entidades encargadas de realizarlas pueden ser muy diferentes. Sin embargo, en todos los casos, la comunicación y el entendimiento son las palabras clave. Uno de los aspectos más relevantes tratado en el proyecto UPTUN [3] es que la comunicación es el cuello de botella, junto con la falta de ejercicios conjuntos, de cooperación entre los equipos de explotación del túnel y los servicios de intervención externos.

En algunos casos, cuando los túneles pertenecen a un organismo público, éste puede proporcionar el personal .

En otros, las tareas de explotación pueden realizarse de forma mixta entre organismos públicos y sociedades privadas. *En general se tiende a delegar la explotación y el mantenimiento a empresas contratadas para ello en un marco de conservación integral.*

En casos extremos, el propietario del túnel confía la gestión del centro de control de tráfico y la de los equipamientos (*gestión técnica centralizada*) a diferentes organismos (públicos o privados), realizándose el mantenimiento a través de contratistas y subcontratistas.

Las medidas adoptadas para la gestión de incidentes pueden ser distintas según las reglamentaciones nacionales y también según las reglamentaciones locales propias de cada túnel.

En algunos países, la policía y los bomberos solamente acuden si son requeridos y en el caso de que el operador asuma la responsabilidad de las tareas propias asignadas (aspectos legales derivados del incidente, gestión del incendio). En algunos túneles, por razones prácticas, las alarmas se envían directamente a los servicios de intervención externos .

En cada caso hay que definir la organización y la coordinación con los distintos organismos implicados, estableciendo procedimientos escritos y protocolos, sencillos y concisos, de manera que sean perfectamente entendidos por todos los participantes, aún en situación de emergencia.