

FORMACIÓN DE PERSONAL DE EXPLOTACIÓN DE TÚNELES (OPERADORES, AGENTES DE CAMPO Y/O PERSONAL DE PRIMERA INTERVENCIÓN Y MANTENEDORES) Y LA UTILIZACIÓN DE SIMULADORES Y SIMULACROS

Dña. M.ª Fernanda Bermejo Martínez

Jefe Departamento de Túneles - Aeropuerto Madrid - Barajas

1. Introducción

La seguridad demandada por los usuarios de los túneles depende de tres factores fundamentales:

1. Las características específicas de cada túnel o grupo de túneles:

- Geometría: entre los que están la sección transversal, la longitud y la pendiente.
- Entorno: que sea un túnel urbano (peatones, congestiones frecuentes,...), de alta montaña (hielo en las bocas, tormentas que afectan a los equipos eléctricos,...),...
- Uso: IMD, porcentaje de tráfico pesado, mercancías peligrosas, etc.
- Instalaciones: los túneles urbanos mayores de 300m y los no urbanos mayores de 500m. de longitud deberá constar de las siguientes instalaciones:
 - Sistemas de suministro de energía eléctrica, suministro de emergencia (grupos electrógenos, SAI's), cuadros de maniobras eléctricas.
 - Sistema de iluminación: normal (visibilidad adecuada en cada periodo del día en condiciones normales de utilización del túnel), de seguridad (visibilidad mínima para que los vehículos puedan evacuar el túnel en caso de fallo del suministro eléctrico) y de emergencia (visibilidad mínima para la evacuación a pie).

- Sistema de ventilación: natural (para túneles muy cortos o con poca intensidad de tráfico) o forzada (longitudinal, semitransversal o transversal).
 - Sistema de detección de incendios: detectores de CO, opacímetros, anemómetros, detectores de temperatura, etc.
 - Sistema de extinción de incendios: hidrantes, bies, extintores, etc.
 - Sistemas de Control de tráfico: Señalización por paneles de mensaje variable, semáforos, carteles aspa-flecha, aforadores, etc.
 - Sistemas de vigilancia por CCTV, DAI (detección automática de incidentes), etc.
 - Sistemas de comunicación con el usuario: Postes SOS, megafonía, hilo radiante, cobertura telefónica.
 - Centro de Control: aplicaciones de los túneles.
 - Salidas de emergencia, aceras, drenajes de líquidos tóxicos, etc.
2. Los procedimientos propios de explotación de cada uno de los túneles, de un grupo de túneles o de los túneles como integrantes de una red viaria.
 3. El personal dedicado a la explotación: en particular será necesario definir la organización (organigrama de la explotación), la selección del personal (requisitos mínimos para la contratación de dicho personal para cada uno de los puestos de trabajo) y formación (inicial y/o continua) del personal encargado de la explotación y del control de uno o varios túneles.
 4. Los servicios externos a la explotación (policía, bomberos, servicio médico, etc.).

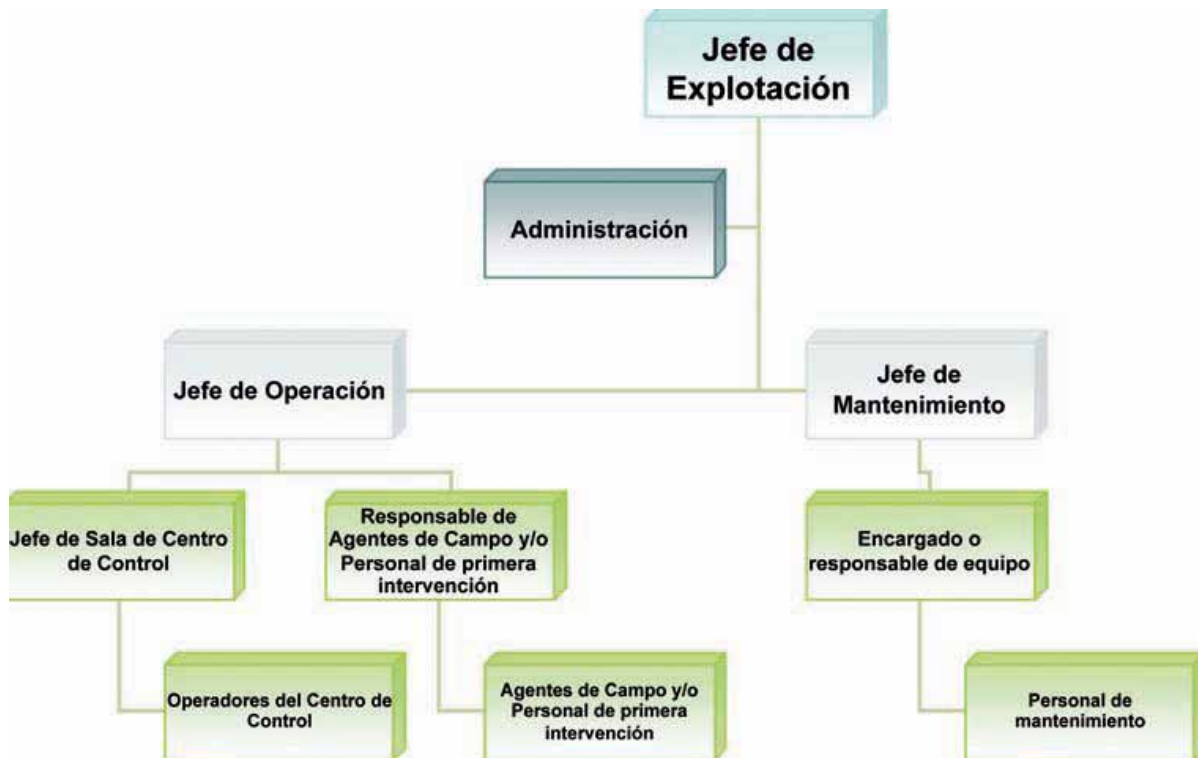
2. Personal de Explotación de Túneles

En primer lugar pasamos a describir al personal implicado directamente en la Explotación de un túnel o de un grupo de túneles. Para ello se deberá tratar de normalizar aspectos de la explotación en los distintos túneles como son:

- La organización y gestión del personal del explotador. Se deberá definir un mínimo de personal que forme parte del equipo de explotación, por tipos de túnel/es de características similares.
- La mejora de la respuesta y de las actuaciones del personal de explotación. Definición normalizada de procedimientos de explotación normal, con incidente y/o con emergencia.
- La armonización de la formación y conocimientos del personal de explotación, teniendo en cuenta la gran diversidad de túneles y de sus condiciones operativas y su organización operacional.
- La mejora de la seguridad para todos los usuarios y el personal de explotación del túnel.

FORMACIÓN DE PERSONAL DE EXPLOTACIÓN DE TÚNELES (OPERADORES, AGENTES DE CAMPO Y/O PERSONAL DE PRIMERA INTERVENCIÓN Y MANTENEDORES) Y LA UTILIZACIÓN DE SIMULADORES Y SIMULACROS

A continuación se propone un organigrama tipo para la organización del personal de explotación de túneles y se describen las características fundamentales de cada puesto:



Dependiendo de la complejidad de los túneles y de sus instalaciones será necesario valorar la necesidad de dotar de personal a todos los grupos y la carga de trabajo de cada uno de ellos a la hora de dimensionar el nº de trabajadores que formarán parte de cada uno de los mismos.

El túnel o grupo de túneles puede formar parte de una red viaria más amplia por lo que la explotación incluirá también la gestión del tráfico: cortes de tráfico, búsqueda de rutas alternativas, etc.

Se pasa a definir las características de los distintos colectivos del organigrama:

Operadores del Centro de control:

Pasamos a definir sus funciones principales:

- Conocimiento, a nivel usuario, de las aplicaciones de los túneles a su cargo.
- Tratamiento de las distintas alarmas visualizadas en las aplicaciones.

- Conocimiento de todos los procedimientos de su competencia.
- Control/mando del equipamiento de los túneles a través de las aplicaciones de los mismos.
- Visualización del Circuito Cerrado de Televisión (CCTV). En particular: Seguimiento del paso de vehículos con mercancías peligrosas, seguimiento de presencia de bicicletas, peatones en túneles, etc. y aviso a los agentes de campo, en caso necesario.
- 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, activar los sistemas de respuesta de emergencia planificados (señalización, ventilación, etc.) e informar a los servicios de intervención competentes de la naturaleza y del nivel de gravedad del incidente que está ocurriendo.
- Cierre parcial o total de viarios internos del túnel (unidireccional) o de una boca del túnel (unidireccional) o del túnel (unidireccional o bidireccional).
- Verificación de las condiciones de reapertura del túnel después de un incidente o una operación de mantenimiento.
- Control del tráfico en condiciones normales en el interior y en las proximidades del túnel (tráfico normal, trabajos de mantenimiento planificados, incidentes leves, incidentes graves, emergencias)
- Aviso al equipo de mantenimiento en caso de avería o degradaciones de las instalaciones que pudieran afectar la seguridad del túnel.
- Aviso al equipo de agentes de campo y/o personal de primera intervención de cualquier incidente y/accidente, etc., trabajos de mantenimiento, etc.
- Información a los usuarios, a los medios de comunicación y/o a las autoridades locales sobre todas las consecuencias del incidente que está ocurriendo (siempre y cuando la información facilitada esté consensuada con sus respectivos jefes y tenga autorización para realizarla o se lo indiquen los procedimientos establecidos).

Para determinar el número de operadores del centro de control que deben estar presentes simultáneamente en el mismo, es necesario analizar, entre otros, los siguientes puntos:

- La carga de trabajo del operador: únicamente gestión de tráfico ó gestión de tráfico y control/mando de aplicaciones informáticas;
- Las características del túnel (longitud, número de carriles, bidireccional o unidireccional, etc.);
- La densidad del tráfico (baja, media, alta);

FORMACIÓN DE PERSONAL DE EXPLOTACIÓN DE TÚNELES
(OPERADORES, AGENTES DE CAMPO Y/O PERSONAL DE PRIMERA INTERVENCIÓN
Y MANTENEDORES) Y LA UTILIZACIÓN DE SIMULADORES Y SIMULACROS

- El tipo de centro de control (local o remoto);
- El número de túneles a gestionar;
- El alcance y la complejidad de la infraestructura técnica a gestionar;
- El grado de asistencia dada por el sistema de supervisión y adquisición de datos.
- El nº de aplicaciones de control distintas a gestionar por el operador.

Los operadores de centro de control tienen que:

- Ser claros y concisos en sus comunicaciones;
- Utilizar las herramientas y los sistemas de control disponibles en el túnel para comprender e interpretar rápidamente la información y tomar decisiones;
- Ser capaces de anticiparse;
- Informar / registrar todas las acciones realizadas y las decisiones tomadas.

También tienen que tener un conocimiento preciso de los equipos y de las funciones realizadas por los sistemas de control. Es importante que conozcan y tengan confianza en las personas con las cuales se comunican por radio, teléfono u otros medios. Esto puede ser difícil de conseguir mientras que las cualidades técnicas son más fáciles de adquirir y/o evaluar.

El caso de incidentes, accidentes y/o situaciones de emergencia, se necesita un buen conocimiento de los reglamentos y/o procedimientos, apoyado en buenas prácticas, para poder activar rápidamente secuencias de alarma, de protección de los usuarios del y del propio túnel y de sus accesos.

Jefe de Sala del Centro de control:

Debe ser el responsable último de la Sala del Centro de Control, teniendo a su cargo a los operadores. Se encargará, aparte del control de las tareas asignadas a los operadores, de la gestión del personal a nivel administrativo, de la gestión de las aplicaciones informáticas a nivel administrador, de la elaboración y el archivo de los partes de incidencias, etc.

Agentes de Campo y/o personal de primera intervención:

En general, el equipo de agentes de campo y/o personal de primera intervención se encarga de las siguientes tareas:

- Vigilancia "in situ" del estado de los túneles, por medio de rondas periódicas de vigilancia. Para ello es recomendable la utilización de formularios tipo.

- Revisión visual del sistema de drenaje (arquetas, canaletas, etc.) de los túneles y limpieza de los mismos para evitar inundaciones. La frecuencia deberá variar según el periodo del año.
- Escolta de mercancías peligrosas autorizadas que transitan por el interior del túnel, en caso necesario.
- Seguimiento y custodia de ciclistas y peatones en el interior del túnel.
- Limpieza y recogida de objetos caídos en la calzada: periódicos, bolsas, cartones, etc. manteniendo el túnel en perfecto estado de utilización.
- Limpieza de los cuartos técnicos de los túneles, si se requiere.
- Intervención inmediata en caso de incidentes para una toma de control inicial y aplicación de las primeras medidas de seguridad y preparación de la intervención de los equipos de emergencia, en caso necesario.
- Asistencia en primera instancia de cualquier incidente/accidente que se produzca en el túnel para garantizar la protección de los usuarios implicados en un incidente en el interior del túnel y del resto de usuarios del mismo.
- Evacuación de los vehículos averiados o implicados en un accidente dentro del túnel.
- Evacuación segura del resto de vehículos a los implicados en un incidente.
- En caso de incendio, aplicación de todas las medidas necesarias para controlar y si se puede, extinguir el incendio siempre que sea seguro para ellos y mientras lleguen los equipos de emergencia.
- Ayuda a los equipos de emergencia (si son requeridos por los mismos).
- Señalización de trabajos/obras en calzada y de incidentes/accidentes de tráfico dando incluso paso alternativo al resto de vehículos que transiten en sentido contrario.
- Tareas de vigilancia ante posibles intrusos en las instalaciones de acceso restringido: cuartos técnicos, etc.
- En caso de ser necesario, serán personal de apoyo al mantenimiento en tareas puntuales y que no requieran grandes conocimientos, como el levantamiento de protecciones caídas, etc. y siempre en contacto directo con el personal de mantenimiento.

Un equipo de primera intervención puede estar compuesto por personal de campo entrenado convenientemente y/o por personal específico. Por ejemplo, el operador de túnel detecta un incidente (objeto en la calzada, vehículo parado o alcance entre vehículos) mediante el CCTV o el DAI. El equipo de primera intervención es enviado inmediatamente al lugar del incidente (siendo necesario que el tiempo de res-

puesta y de llegada a la zona sea de unos pocos minutos, para lo que deberán estar en las proximidades). Se hará cargo de la situación señalizando la zona con conos, etc. e informando al operador de todo lo que haya detectado.

La primera prioridad del personal de campo es controlar "in situ" el aporte de vehículos al túnel, mantener las condiciones de seguridad y estar disponible para responder rápidamente ante los incidentes y emergencias.

Para determinar el número de agentes de campo y/o personal de primera intervención, es necesario analizar, entre otros, los siguientes puntos:

- La carga de trabajo del agente de campo y/o personal de primera intervención depende de las labores a realizar, normalmente es requerido para las siguientes tareas:
 - Ayuda a la gestión del tráfico diario dentro del túnel;
 - Protección de los usuarios implicados en un incidente en el interior del túnel;
 - Acceso rápido al lugar en caso de avería de un vehículo o de un accidente, poniendo en marcha las primeras medidas de seguridad y preparando la llegada de los equipos de asistencia;
 - Evacuación de los vehículos averiados o deteriorados fuera del túnel (embocadura y desembocadura);
 - Empezar a combatir el fuego (con la formación y los equipos adecuados) en caso de que así lo indique el plan de emergencia.
- Las características de cada uno de los túneles (longitud, número de carriles, bidireccional o unidireccional, etc.);
- La densidad del tráfico (baja, media, alta);
- El número de túneles a gestionar;
- La distancia entre cada uno de los túneles a controlar;

Responsable de Agentes de campo y/o personal de primera intervención:

Debe ser el responsable último de los agentes de campo y/o del personal de primera intervención, teniendo a su cargo a todos ellos. Se encargará, aparte del control de las tareas asignadas a los agentes de campo, de la gestión del personal a nivel administrativo, de la gestión de las rondas periódicas, de donde surgirán tareas de mantenimiento, incidentes, etc., de la elaboración y el archivo de los informes correspondientes de las rondas, etc.

Personal de Mantenimiento:

Por lo general, ningún explotador de túneles dispone en propiedad del conjunto de los recursos y de las capacidades necesarias para el mantenimiento del túnel. Algunas actividades tienen que ser subcontratadas. La subcontratación en túneles está muy relacionada con el personal de mantenimiento (número y cualificación) que en términos prácticos y económicos dependiendo además de la complejidad y la naturaleza de los equipos instalados y de las capacidades técnicas requeridas.

El personal de mantenimiento será multidisciplinar y puede realizar las siguientes tareas:

- Conocimiento a nivel técnico de las instalaciones, por especialidades (eléctrico, electrónico, etc.).
- Conocimiento en profundidad de los Manuales de Mantenimiento.
- Inspección de la estructura y obra civil del túnel/es.
- Inspección de las instalaciones del túnel/es.
- Mantenimiento de la estructura y obra civil del túnel/es.
- Mantenimiento de todo o parte de las instalaciones del túnel/es.

El personal de mantenimiento tiene la responsabilidad del mantenimiento, tanto a nivel preventivo como correctivo. Trabaja normalmente sobre operaciones de mantenimiento preventivo planificadas y definidas en los Manuales de Mantenimiento, pero también en los mantenimientos correctivos, tomando las medidas necesarias para garantizar los siguientes objetivos:

- Conservar la estructura, obra civil y las instalaciones de los túneles en perfecto estado de uso.
- Garantizar la vida útil de los equipos del túnel, definida por el fabricante de los mismos.
- Realizar el mantenimiento preventivo de las instalaciones (actividades programadas), según las indicaciones de los Manuales de Mantenimiento.
- Realizar el mantenimiento correctivo, mediante actuaciones urgentes y/o programadas.
- Asegurar el cumplimiento de la normativa vigente en las instalaciones (calibración de equipos, mediciones según normativa, etc.)

Existen diferentes tipos de mantenimiento:

Mantenimiento preventivo: se realiza siguiendo procedimientos predeterminados y fijados en los Manuales de Mantenimiento. Hay dos tipos de mantenimiento preventivo:

- **Mantenimiento programado:** se actúa antes de que se produzcan deterioros en el sistema o averías en las instalaciones, y precisan de procedimientos de mantenimiento periódicos (diarios, semanales, mensuales, anuales, etc.).
- **Mantenimiento según el estado:** verificación del estado de las instalaciones para conseguir reducir el alcance de las intervenciones preventivas, aumentando su eficacia así como los periodos de operación del túnel y de sus instalaciones.

Mantenimiento 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. El mantenimiento correctivo se podrá planificar en periodos de nivel de tráfico mas bajo, dependiendo de la avería y siempre y cuando se garantice la seguridad de los usuarios del túnel. En el Manual de Mantenimiento se deberán reflejar los distintos grados de degradación de las instalaciones y las labores de mantenimiento correctivo necesarias, y, según la criticidad de los equipos se indicara cuando realizar dichos mantenimientos. En dicho Manual figuraran todas las averías posibles, por lo que será un documento en continua revisión.

Desarrollo y mejora: consiste en proyectos para la mejora de los equipos existentes y/o para añadir nuevos equipos.

El mantenimiento preventivo y los proyectos de desarrollo y mejora pueden ser planificados y programados para realizarse en los períodos (diarios o semanales) en los que el nivel del tráfico es más bajo a fin de minimizar las interferencias en el mismo.

La criticidad del mantenimiento correctivo puede ser reducida:

- 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 los equipos.

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 y definirse claramente en los Manuales de Mantenimiento de los túneles.



Tipos de mantenimiento (Cuadro extraído del documento "Guía para la organización, la contratación y la formación del personal de explotación de túneles de carreteras de la PIARC).

Los proyectos de mejora pueden tener varios orígenes:

- Modificación de la normativa en vigor o nuevas reglamentaciones.
- Aparición de nuevas tecnologías.
- Descenso de la fiabilidad de los equipos existentes.
- Factores económicos.

Dependiendo del nº de trabajos de mantenimiento subcontratados, así variará la cantidad de personal de mantenimiento fijo requerido. Si el responsable del túnel subcontrata pocas tareas de mantenimiento, la cantidad de personal de mantenimiento puede ser muy elevada, teniendo en cuenta siempre que, para algunos equipos, es necesaria una disponibilidad las 24 horas al día los siete días de la semana para cada especialidad a cubrir.

Una estrategia de mantenimiento por subcontratación reduce el control técnico directo sobre los equipos, debido a que se subcontratan tareas para las que el explotador no dispone de recursos ni cualificación. Sin embargo, hay que indicar que aunque se subcontrate un gran número de tareas de mantenimiento, es necesario disponer de personal lo suficientemente cualificado para garantizar un control técnico y económico de los subcontratistas. Hay que poder cubrir al menos las cuatro áreas siguientes: mecánica, electricidad, electrónica y obra civil.

Encargado o responsable del equipo de mantenimiento:

Debe ser el responsable último del equipo/s de mantenimiento, teniendo a su cargo a todos ellos. Se encargará, aparte del control de la realización de las tareas asignadas a los equipos de mantenimiento, de la gestión del personal a nivel administrativo, de la realización de las tareas de mantenimiento (surgidos de programas informáticos

de gestión de mantenimiento preferiblemente), de las estadísticas de las averías de donde surgirán decisiones sobre eficiencia de las instalaciones y sobre la eficacia de los mantenimientos, revisará y mantendrá los manuales de mantenimiento, elaborará y mantendrá el archivo de los informes correspondientes a los mantenimientos realizados, etc.

Jefe de Mantenimiento:

El jefe de mantenimiento realizará, entre otras, las siguientes funciones:

- Definición y facilitación de la formación técnica necesaria para el personal de mantenimiento.
- Gestión de la documentación técnica de las instalaciones (manuales de los fabricantes de los equipos, manuales de mantenimiento, etc.) y de los planos "as built" de los túneles.
- Participación de forma activa en todos los proyectos de mejora de los túneles a su cargo, aportando su opinión y su experiencia en el mantenimiento para la realización de las obras.
- Gestión del mantenimiento mediante la gestión de las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo (mediante utilización de programas informáticos de gestión de mantenimiento).
- Actualización de los Manuales de Mantenimiento.
- Elaboración de informes de mantenimiento.
- Conocimiento de la normativa técnica aplicable a los túneles.
- Realización de propuestas de mejora de las instalaciones.

Jefe de Operación:

El jefe de operación realizará, entre otras, las siguientes funciones:

- Definición y facilitación de la formación necesaria para los operadores y los agentes de campo.
- Gestión de la documentación de las aplicaciones informáticas (manuales de usuario y de administrador, etc.).
- Participación de forma activa en todos los proyectos de mejora de las aplicaciones de los túneles a su cargo, aportando su opinión y su experiencia en la operación normal y de emergencia.
- Gestión de la operación mediante la gestión de los artes de incidentes y de las rondas de vigilancia (mediante utilización de programas informáticos de gestión de incidentes).
- Actualización de los Manuales de Explotación.
- Elaboración de informes de operación y de emergencia.

- Conocimiento de la normativa aplicable a los túneles.
- Realización de propuestas de mejora de las aplicaciones informáticas.

Jefe de Explotación:

Responsable último de la Explotación del túnel/es.

3. Formación del Personal de Explotación de Túneles

En lo que se refiere a la formación (inicial o permanente), conviene hacerse dos preguntas:

1. ¿Qué formación obligatoria se requiere para el personal de explotación?
2. ¿Cómo el responsable de la explotación puede validar la calidad de la formación y los resultados obtenidos?

Propuesta de Cursos a Impartir para los Distintos Actores de la Explotación

Para conseguir un nivel de cualificación del personal de explotación se debería impartir cursos de formación iniciales reforzados con la formación continua (menos exhaustiva que la inicial) que aseguren que el nivel de conocimientos del personal de explotación es el adecuado para el desempeño de su misión.

La correcta actuación del personal de explotación (especialmente los operadores de los Centros de Control de túneles), es un elemento decisivo en la gestión de una crisis derivada de un incidente y/o accidente (incluyendo incendio) en el interior o zonas adyacentes a un túnel.

Generalmente, los operadores tienen un conocimiento limitado al manejo de la aplicación informática, sin que exista una profundización de los elementos instalados en el túnel, su función específica, y la interrelación entre ellos, así como el personal de mantenimiento o los agentes de campo tienen un desconocimiento de las aplicaciones informáticas y de los equipos ubicados en la sala de control.

El Real Decreto 635/2006 del Ministerio de Fomento del Estado Español, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del estado, prevé que el responsable de Seguridad del túnel, verifique la formación del personal del túnel y de los servicios de emergencia si existieran; con el objetivo principal de asegurar un conocimiento suficiente de todo el personal implicado en la explotación del túnel, y en especial, las mas directamente implicadas en el mantenimiento y explotación del túnel, y en la gestión inmediata de las incidencias que se produzcan.

FORMACIÓN DE PERSONAL DE EXPLOTACIÓN DE TÚNELES
(OPERADORES, AGENTES DE CAMPO Y/O PERSONAL DE PRIMERA INTERVENCIÓN
Y MANTENEDORES) Y LA UTILIZACIÓN DE SIMULADORES Y SIMULACROS

Como es natural, no todos las personas implicadas deben tener el mismo grado de conocimiento de las instalaciones y la aplicación; en el siguiente cuadro se trata de asignar a cada uno el nivel deseable:

Nivel conocimiento	Generalidades de las instalaciones	Infraestructuras	Electricidad y electrónica	Aplicación informática
Responsabilidad				
Jefe Explotación	Muy alto	Alto	Medio	Medio
Jefe mantenimiento y/o operación	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto
Operador de túnel	Medio	Medio	Medio	Muy alto
Personal de mantenimiento	Medio	Medio	Muy alto	Medio
Agentes de campo (primera intervención)	Medio	Medio	Medio	Medio

Nivel conocimiento	Análisis y evaluación de riesgos	Técnicas de intervención en situaciones de emergencia	Técnicas de gestión y dirección de emergencias
Responsabilidad			
Jefe Explotación	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Jefe mantenimiento y/o operación	Muy alto	Muy alto	Muy alto
Operador de túnel	Medio	Muy alto	Muy alto
Personal de mantenimiento	Medio	Alto	Bajo
Agentes de campo (primera intervención)	Medio	Muy alto	Bajo

Se propone un índice de contenidos mínimos que se deberían impartir para los distintos grupos repartidos por Módulos:

Modulo 1: Conceptos Básicos sobre Túneles

- 1.1. Marco Legal de la seguridad en túneles, tanto nacional como internacional.
Normativa técnica y legal de seguridad en túneles:
Por ejemplo para España: R.D.635/06, Directiva Europea, etc.
- 1.2 Seguridad integral. Concepto. Prevención y protección.
- 1.3 Infraestructuras de seguridad en túneles en general.

- Estructuras de sostenimiento y revestimiento.
- Infraestructuras de protección.
 - Vías de evacuación.
 - Puntos de encuentro.
 - Simulacros de evacuación.

1.4. Instalaciones de seguridad.

- Ventilación. Principios de ventilación en túneles. Ventilación longitudinal, transversal, semitransversal. Dilución de contaminación y extracción de humos (incendio).
- Iluminación. Conceptos de iluminación en túneles (efecto túnel, efecto flicker, etc.).
- Alimentación eléctrica: redundancia de suministro, grupos electrógenos, SAI's.
- Sistemas contraincendios: medios de detección y extinción.
- Señalización.
- Circuito Cerrado de TV.
- Comunicaciones.
- Control de las instalaciones.
- Otros sistemas.

1.5 Gestión segura del tráfico.

Modulo 2: Instalaciones del Túnel

ENTORNO DEL TÚNEL TRATADO. Situación, zonas singulares cercanas, geología de la zona. By-pass y rutas alternativas.

ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO: METODO DE EXCAVACIÓN EMPLEADO. Principales dificultades encontradas en la construcción del túnel. Puntos de afluencia de agua, drenajes, agotamientos y soluciones puntuales adoptadas.

SECCIÓN ADOPTADA. CONTRABOVEDAS, REVESTIMIENTO, SISTEMAS DE RECOGIDA DE VERTIDOS Y FILTRACIONES. Repaso detallado, en lo posible de las cuestiones que más pueden influir en hipotéticos problemas en el aspecto del diseño, o de la necesidad de un mantenimiento más exhaustivo.

SISTEMAS INSTALADOS EN EL TÚNEL O TÚNELES TRATADOS:

SISTEMA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO. Descripción del sistema de alimentación eléctrica:

FORMACIÓN DE PERSONAL DE EXPLOTACIÓN DE TÚNELES
(OPERADORES, AGENTES DE CAMPO Y/O PERSONAL DE PRIMERA INTERVENCIÓN
Y MANTENEDORES) Y LA UTILIZACIÓN DE SIMULADORES Y SIMULACROS

- 1 Acometidas.
- 2 Estaciones eléctricas.
- 3 Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI's.).
- 4 Operación del sistema de alimentación eléctrica en caso de fallo de suministro.

ALUMBRADO. Descripción del sistema de iluminación:

- 5 Iluminación del túnel (zonas de iluminación, iluminación de emergencia, etc.).
- 6 Iluminación de vías de evacuación.
- 7 Otros: galerías de ventilación, locales técnicos
- 8 Funcionamiento del sistema de iluminación.
- 9 Modos de funcionamiento. Mando automático y mando manual.

VENTILACIÓN. Descripción del sistema de ventilación del túnel.

- 10 Ventilación principal y auxiliar.
- 11 Detectores de CO y opacidad.
- 12 Funcionamiento del sistema de ventilación en situación normal y en caso de incendio.
- 13 Modos de funcionamiento. Mando automático y mando manual.
- 14 Prácticas y maniobras de operación del sistema de ventilación.

SEÑALIZACIÓN VARIABLE. Sistemas, composición de los paneles, alimentación y comunicaciones. Semáforos. Control semafórico. Barreras, funcionamiento y mantenimiento.

COMUNICACIÓN CON EL USUARIO: POSTES S.O.S., MEGAFONÍA. CABLE RADIANTE. Descripción de los sistemas y principio refuncionamiento. Sistema instalado en el túnel, mantenimiento y comprobación.

CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN. Principio de funcionamiento, cámaras, alimentación, transmisión de la señal. Matrices de conmutación. Monitores.

DETECCIÓN DE INCENDIOS. Descripción de los medios de detección de incendios.

- 1 Sistema lineal de detección de incendios Fibroláser
- 2 Otros detectores.

- 3 Descripción de los medios de lucha contraincendios.
 - Hidrantes y red de agua contra incendios.
 - Otros medios de extinción: medios móviles, extintores y equipos de autoprotección.
- 4 Señalización de vías de evacuación.
- 5 Prácticas de utilización de las instalaciones contraincendios.

DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES. Repaso a los distintos sistemas. Sistema instalado. Principio de funcionamiento. Mantenimiento y comprobación.

CONTROL. APLICACIÓN INFORMÁTICA. Elementos de la aplicación.

- 1 Ordenador de Control.
- 2 Introducción a las Redes locales. Servidores.
- 3 Estaciones Remotas. Elementos constitutivos.
- 4 Comunicaciones. Sistemas más comunes. Redes de pares, y redes de Fibra Óptica. Tipos de Fibra, características y empleo.

GESTIÓN DE INCIDENTES. ANÁLISIS DEL MANUAL DE EXPLOTACIÓN. Obligaciones y responsabilidades de cada actor. Incidencias más frecuentes, e incidencias más graves. Escenarios posibles. Actuación programada.

FUNCIONAMIENTO EN CONDICIONES CRÍTICAS O MINORADAS POR AVERÍAS EN SISTEMAS. Toma de decisiones por parte de operador. Conocimientos mínimos necesarios (enseñados a lo largo del curso)

INTERRELACIÓN DE LOS SISTEMAS INSTALADOS.

NORMATIVAS EXISTENTES Y APLICABLES. Aspectos legales del trabajo de los distintos puestos (si es aplicable). RESPONSABILIDADES EXIGIBLES.

RELACION CON ELEMENTOS DE INTERVENCIÓN EXTERNOS. Comunicaciones con organismos de emergencias (112, bomberos, Servicios médicos, etc.).

PLANIFICACIÓN Y REALIZACIÓN DE SIMULACROS.

Modulo 3: Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgos

- Los riesgos. Concepto. Clasificación
- Riesgos del transporte terrestre, particularizados a su paso por túneles:

Riesgos tecnológicos:

Fallos en las infraestructuras (fisuras, filtraciones, desprendimientos,...).
Fallos en las instalaciones.
Fallos en los sistemas de abastecimiento.
Riesgo químico nuclear y biológico en el transporte de mercancías peligrosas: Explosiones.
Incendio.
Fugas y vertidos.

Riesgos naturales:

Fenómenos meteorológicos adversos (fuerte lluvia, etc.), en las bocas o sus proximidades.
Inundación.
Sísmico.
Deslizamiento y desprendimientos de ladera en las bocas y sus proximidades.

Riesgos asociados al tráfico:

Accidentes de circulación
Averías en el interior del túnel

Riesgos Externos:

Sabotaje.
Desordenes públicos
- Metodologías de análisis y evaluación de riesgo.
- Sistemas de gestión de riesgos.
Control de incidencias.
Revisiones de seguimiento y verificación de la evolución de los riesgos.
Plan de mantenimiento preventivo.
Investigación de siniestros.

Módulo 4: Técnicas de Intervención en situaciones de emergencia: Extinción de Incendios, Salvamento y Socorro

4.1 Técnicas de Extinción de Incendios.

- 1 Necesidades en agua y material contra incendios.
- 2 Seguridad individual y colectiva.
- 3 Maquinaria contra incendios, uso y manejo. Dotación específica para túneles.
- 4 Hidráulica: lanzas, bombas y cebadores.

- 5 Maniobras e instalaciones de mangueras.
- 6 Técnicas y métodos de extinción de los distintos tipos de fuegos.
- 7 Sistemática de actuación en las intervenciones.

Trabajos y prácticas:

Prácticas de extinción de diferentes tipos de fuegos en espacios confinados, utilizando los distintos agentes extintores disponibles en el Túnel.

Prácticas de extinción en el Túnel, utilizando el equipamiento propio del Servicio de Explotación del Túnel.

4.2 Técnicas de Salvamento y Socorro.

- 1 Técnicas individuales de salvamento.
Equipos de protección personal. Uso y mantenimiento.
Equipos de respiración autónomos. Tipos. Riesgos en la utilización de los ERA.
- 2 Técnicas de reconocimiento en binomio.
- 3 Evacuación y albergue.
Problemática de la evacuación en espacios confinados.
Técnicas de dirección y organización de la evacuación
- 4 Técnicas de intervención en accidentes de circulación:
Seguridad dirección y control en la intervención.
Equipos hidráulicos de separación y corte.
- 5 Técnicas de Intervención: Señalización de la zona. Situación de los vehículos de salvamento. Estabilización de vehículos afectados. Protección de víctimas.
Excarcelación.

Trabajos y prácticas:

Prácticas de utilización de los diferentes tipos de Equipos Autónomos de Respiración.

Prácticas de evacuación de personas por accidente en el túnel, en presencia de humo.

Prácticas de salvamento de heridos por accidente en el túnel, con y sin presencia de humo.

Prácticas de manejo de los equipos hidráulicos de separación y corte.

Prácticas de salvamento de personas atrapadas en un vehículo por accidente en el túnel.

4.3 Técnicas sanitarias básicas.

- 1 Técnicas y métodos de extinción de los distintos tipos de fuegos.
- 2 Sistemática de actuación en las intervenciones.
- 3 Pautas de actuación en accidentes de tráfico, siniestros y catástrofes. Generali

- dades del transporte y movilización del paciente (clases teóricas y prácticas).
- 4 El cuerpo humano: generalidades, anatomía y fisiología. (clases teóricas).
 - 5 Soporte vital básico: Valoración primaria del paciente y resucitación cardiopulmonar. Soporte vital básico instrumental (clases teóricas y prácticas).
 - 6 Principios de soporte vital básico en traumatismos, heridas, hemorragias, quemaduras y vendajes (clases teóricas y prácticas).
 - 7 Accidentes de múltiples víctimas en ambientes abiertos y cerrados (clases teóricas y prácticas).
 - 8 El transporte sanitario de niños, lactantes, ancianos, embarazadas y enfermos psiquiátricos (clases teóricas y prácticas).

Trabajos y prácticas: Los indicados en cada tema

Módulo 5: Técnicas de Gestión y Dirección de Emergencias

- 1 Técnicas de comunicación en gestión de emergencias.
Normalización de terminología.
- 2 Técnicas de dirección de emergencias.
- 3 Protocolos para la gestión de recursos externos.
- 4 Protocolos para la coordinación de emergencias.
- 5 Procedimientos de actuación de los grupos de acción.
Grupo de seguridad y control de tráfico.
Grupo de auxilio y salvamento.
Grupo sanitario.
Grupo de asistencia social.
Grupo de abastecimiento y soporte logístico.
Grupo de investigación de accidentes y actuaciones judiciales.
- 6 Procedimientos administrativos en la gestión de emergencias.

Módulo 6: Formación Técnica Especializada

Este módulo de formación se dirige a los técnicos especialistas encargados del mantenimiento de las infraestructuras y equipamientos del túnel. Se compone de distintos cursos especializados sobre cada instalación y debe capacitar a este personal para realizar las operaciones de mantenimiento definidas en el Plan de Mantenimiento, así como para realizar reparaciones básicas de averías de dichas instalaciones.

Módulo 7: Operación del Sistema de Control

Dentro de este módulo de formación se incluyen dos cursos diferentes. El primero, orientado a la administración del sistema, será impartido al técnico de software o