

LOS TÚNELES DE CARRETERA DURANTE EL INVIERNO. PROBLEMÁTICA DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN

Rafael López Guarga
Jefe de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón

1. INTRODUCCIÓN

Las carreteras montañosas resuelven pasos a través de túneles, a altitudes elevadas. A partir de aproximadamente 1000 metros de cota sobre el nivel del mar, es necesario asegurar medidas de mantenimiento en la carretera que garanticen la vialidad por el riesgo de nevadas. En los túneles, es crítica la salida de los usuarios, que pueden encontrarse un firme deslizante. Además las bajas temperaturas requieren labores de mantenimiento específico para proteger la estructura del túnel y las instalaciones que contiene.

España, con una altitud media de 660 metros, es un país muy montañoso. En el entorno europeo, sólo es superado por Suiza, Austria, Andorra y Liechtenstein. Con objeto de facilitar al usuario la circulación de la forma más cómoda, el número de túneles construidos y en servicio es elevado, superando los 200 km.

En el norte de la provincia de Huesca, con una cota media por encima de 851 metros y numerosos túneles (Monrepós, Somport, Cotefablo, Petralba...) a más de 1.100 metros, se han observado una serie de factores a tener en cuenta en la explotación de estas infraestructuras durante los inviernos. Las temperaturas en el acceso a estas instalaciones pueden alcanzar los 20º bajo cero. Las nevadas pueden ser copiosas y se generan dificultades en el mantenimiento tanto de los túneles como de los equipamientos que disponen.

El cuadro adjunto, presenta las nevadas en los últimos años del Puerto de Somport, al norte de la provincia, en los Pirineos. Se aprecian años de gran acumulación de nieve seguidos de otros muy escasos de precipitación. En el año 1971 se superaron los 28 metros de espesor de nieve.

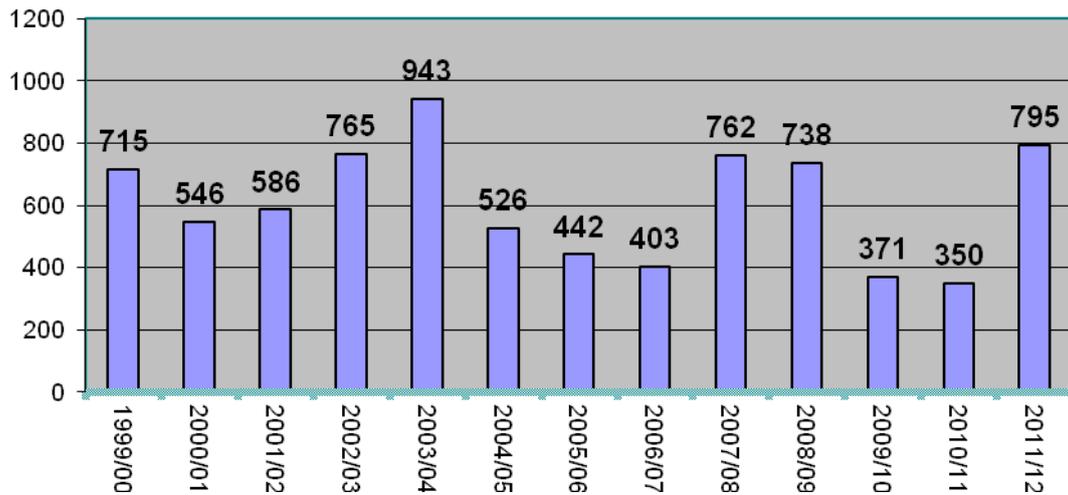


Figura 1.- Puerto de Somport. Altura de nieve en centímetros

Se han redactado Planes Operativos de Vialidad Invernal donde se han inventariado tanto los medios materiales para combatir las nevadas -tales como camiones y máquinas quitanieves, silos y almacenes de fundentes, plantas de salmueras- como las carreteras con los puntos críticos a vigilar. De esta manera, se combate adecuadamente el efecto de las nevadas, facilitando al tráfico las medidas adecuadas para la circulación en condiciones de seguridad.



Figura 2.- Acceso por carretera al balneario de Panticosa, Huesca

2. EXPLOTACIÓN

2.1 Medios humanos

Durante las nevadas y ventiscas, la reducción de visibilidad es significativa. El personal que pueda existir en los accesos del túnel debe reforzar la ropa de alta visibilidad, de manera que las actuaciones que realicen en calzada queden bien señalizadas. La elección de colores de alto contraste facilita esta misión. La ropa debe garantizar confort térmico y ser impermeable. Se debe disponer de zonas cálidas que permitan el descanso y el secado de la ropa.



Figura 3.- Personal de explotación

Las labores de retirada de nieve deben coordinarse entre los chóferes de las máquinas de limpieza y el personal que gestiona el tráfico, para que el usuario de la carretera se sitúe en zonas seguras para su detención y arranque, mientras los quitanieves actúan.



Figura 4.- Trabajos de limpieza en la boca del túnel de Somport

En condiciones de calzada deslizante, pequeñas pendientes dificultan enormemente el arranque de los vehículos pesados. Es necesario cortar el tráfico de acceso al túnel en los dos sentidos, informando a los usuarios en las

bocas y a los que circulan por el interior, preavisando mediante los medios disponibles, como los paneles de mensaje variable, que se pueden encontrar tanto nieve como maquinaria trabajando. Hay que recordar que en túneles de gran longitud es posible encontrar diferentes condiciones climatológicas en las bocas.

La organización de los turnos de trabajo del personal de la explotación del túnel debe adecuarse a las condiciones de acceso por la carretera. Las grandes rutas europeas y los pasos por puertos suelen disponer de medios dedicados a la retirada de nieve durante los inviernos a tiempo completo pero es conveniente que los servicios de explotación del túnel coordinen con los de limpieza horarios en los que se asegure la circulación: aunque parece elemental que la carretera debe permanecer siempre limpia, es natural aceptar que en general, con malas condiciones climáticas, la circulación se reduce durante las noches. Esto permite relajar los trabajos de limpieza en grandes temporales para descansar y reparar maquinaria. Sin embargo, los túneles suelen estar en servicio las 24 horas del día y su personal debe poder acceder a la instalación, para relevar al personal del turno anterior.



Figura 5.- Acceso a la boca francesa del túnel de Somport tras una nevada a las 03:00

2.2 Ayudas al tráfico

Los túneles suelen evitar cruzar puertos, sin embargo, es posible que el acceso a los mismos tenga dificultades en momentos de fuertes nevadas.

Es de gran interés el empleo de medios de información al usuario sobre el estado de la carretera y de acceso a los túneles. El empleo de paneles de mensaje variable se hace imprescindible en estas situaciones ya sea notificando la necesidad de emplear cadenas, falta de visibilidad, viento o informando del buen estado



Figura 6.- Aviso antes de entrar en el túnel de que hay nieve a la salida

de la carretera. Para que sea eficaz, se debe coordinar la red de paneles de la carretera con la del túnel. Conviene que los usuarios que circulan por el interior del túnel conozcan qué van a encontrar a la salida. Esto se puede resolver tanto con paneles como con mensajes de radio. En España, una gran parte de los paneles la gestiona la Dirección General de Tráfico. El resto, son gestionados principalmente por el Ministerio de Fomento, y algunos por las Comunidades Autónomas y otras Administraciones.

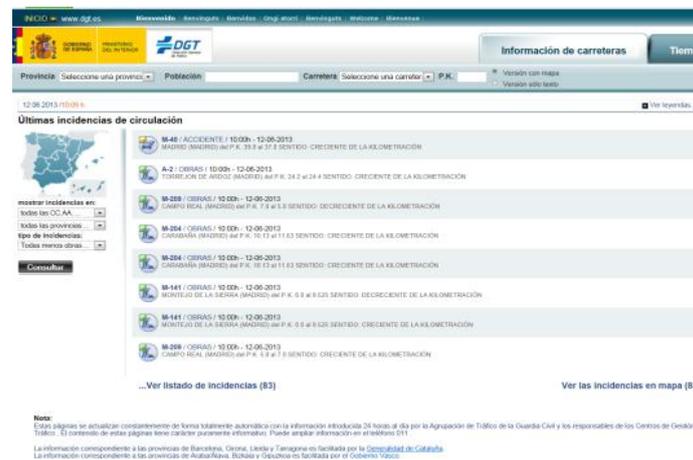


Figura 7.- Información en página web de la Dirección General de Tráfico

Existe un protocolo de comunicaciones mediante correo electrónico y fax que permite, prácticamente en tiempo real, conocer el estado de la Red mediante páginas web como www.teleruta.es (para uso interno de las Administraciones Públicas) o <http://infocar.dgt.es/etraffic> (abierta para informar a todos los usuarios).

La combinación de mensajes transmitidos por la red RDS, avisos en canales de radio de información general, la información que aportan algunos modelos de GPS en los vehículos -que captan estos mensajes- y los paneles, unidos ocasionalmente al empleo de agentes de tráfico que informan en calzada, logran que el usuario conozca el estado de la carretera con precisión y pueda tomar la mejor decisión en cuanto al itinerario a seguir para garantizar su seguridad y comodidad.

3. EL MANTENIMIENTO

El agua es el primer enemigo a combatir: las filtraciones que se pueden producir en la infraestructura, debido a las bajas temperaturas pueden producir aumento del tamaño de grietas y provocar pequeños desprendimientos en bóvedas y hastiales, dependiendo del material.



Figura 8.- Diferentes entradas a un túnel con estalactitas

Además, se pueden generar estalactitas que deben ser retiradas para evitar daños a los usuarios. Es importante recordar que se debe vigilar la presencia de hielo tanto en el túnel de carretera como en las galerías de evacuación y sus accesos. La correcta impermeabilización se debe vigilar durante la construcción, pues es difícil corregir los fallos una vez la obra ha finalizado. En la fase de explotación, en caso de detectarse filtraciones, una solución es aplicar productos impermeabilizantes y crear pequeñas canalizaciones para que el agua discurra por una zona que convenga hasta que drene.

La nieve puede provocar obturación de **trampillas y accesos**. Es necesario proteger las instalaciones que sirven como chimenea de admisión-expulsión de gases, particularmente en sistemas de ventilación transversales o semitransversales. Las puertas de evacuación cuya apertura se realiza hacia el exterior deben mantener condiciones de limpieza para que la puerta no encuentre un muro de nieve que impida su uso.



Figura 9.- Parte inferior de la chimenea de admisión de aire semiobturada por la nieve

Los equipos directamente relacionados con el abastecimiento eléctrico merecen una atención especial: en ocasiones, las rejillas de aireación permiten también la entrada de nieve en situaciones de ventisca. Si los equipos que están tras la rejilla tienen contactos eléctricos puede ocurrir que se genere un cortocircuito, como el transformador de la imagen de la izquierda (siguiente página), dañando la instalación. También afecta a las líneas de alta tensión: las lluvias “gelantes” que cargan de hielo a los cables eléctricos provocan desde cortes de suministro puntuales -que ponen a prueba grupos electrógenos y SAIs- a averías prolongadas, al dañar las torres, por sobrepeso o efecto vela. Las fotografías corresponden a zonas de Cataluña en el invierno de 2011.



Figura 10.- Daños provocados por la nieve en equipamientos eléctricos: transformador, torreta, cableado

Las sobretensiones por fallos de suministro y las descargas de rayos por tormentas, pueden dañar distintos equipos si las protecciones a tierra no actúan. Estos fallos son característicos porque suelen dañar equipos de zonas concretas. Aunque tienen difícil solución, hay que prever medios de reparación para averías que, en ocasiones, tienen accesos complicado –como daños en cables de abastecimiento enterrados- y disponer de conjuntos de repuestos para asumir rápidamente la sustitución de equipos, evitando que estas situaciones impliquen dejar fuera de servicio toda la instalación.

En los accesos, **el firme y la señalización horizontal y vertical** cobra importancia en cuanto a la calidad de su ejecución y durabilidad. Por economía de coste y escaso tiempo para realizar reparaciones importantes –buscando la menor afección al tráfico-, conviene colocar materiales de calidades superiores. El paso de camiones quitanieves deteriora suelos y marcas viales, provoca suciedad al arrastrar barro a los primeros metros de acceso al túnel y genera, durante las maniobras de limpieza, perjuicios a los usuarios, afectando en mayor o menor medida al cierre momentáneo del túnel.



Figura 11.- Efecto de la iluminación: izquierda sin limpiar; derecha tras la limpieza

Además, estas maniobras deben realizarse ocasionalmente en condiciones de baja visibilidad. La suciedad, además de afectar estéticamente, afecta al rendimiento de la iluminación, logrando que con el mismo consumo, se obtenga una menor luminosidad, que percibe el usuario y puede impedir a los sistemas de Detección Automática de Incidentes que tengan capacidad de analizar lo que ocurre con el tráfico.



Figura 12.- Poste SOS inaccesible al usuario

En los túneles actuales, cumpliendo el RD 635/2006, transposición de la Directiva Europea sobre requisitos mínimos de seguridad en túneles 2004/54, existen varios elementos sometidos a riesgo de congelación y, por ello, a averías o, peor aún, a fallar en caso de ser necesario su empleo. Además, en caso de que sean equipos disponibles para el usuario, deben estar accesibles con cierta facilidad. El poste SOS de la imagen está elevado y tiene más de un metro de nieve y puede llegar a quedar totalmente oculto, tras la limpieza de la carretera por los quitanieves, que proyectan la nieve a su zona.



Figura 13.- Tubería de alimentación de agua que debe protegerse

Los **depósitos** que abastecen las redes contra incendios deben cuidar el buen acabado de los paramentos, que evite fisuras que podrían reventarlos. Conviene que exista una pequeña circulación de agua para evitar la congelación.



Figura 14.- Detalle de protección contra congelación de boquerel

Los **circuitos de agua** exteriores deben calorifugarse mediante elementos de aislamiento o aplicando resistencias eléctricas. Resulta conveniente mantener estas instalaciones vacías –columnas secas-, salvo que sea imprescindible. Igualmente, los equipos de fin de línea: hidrantes y B.I.E.s. pueden sufrir en las llaves de paso. Las salas de bombas deben mantener temperaturas sobre 0°, para prevenir daños en el arranque de equipos. Los propios servicios de agua

sanitaria de los edificios de control también pueden verse afectados por el frío extremo.

Los **vehículos de explotación e intervención** deben cuidar su mantenimiento, en particular atendiendo a los anticongelantes y al combustible. Aunque el gasoil no sufre congelación a una temperatura determinada, por debajo de -15° comienzan a espesar las parafinas que contiene, lo que impide a las bombas el abastecimiento de motores. Es interesante que queden guardados en lugares cálidos para facilitar su arranque. Algunos vehículos de intervención disponen de sistemas eléctricos conectados a la red directamente, que mantienen calientes los circuitos de agua del motor, facilitando su arranque. Este riesgo se produce también en grupos electrógenos. Los tanques de agua a bordo y, especialmente, los medios de bombeo de los vehículos de bomberos también deben quedar protegidos.

El fenómeno de la **corrosión** suele reducirse en ambientes de baja temperatura. Sin embargo, se favorece la condensación en puertas y otros elementos que puede facilitar la misma. Es conveniente el empleo generalizado de material antioxidable. Hay que prestar atención a las campañas de repintado de puertas, barandillas y cualquier elemento metálico. La sal empleada en los tratamientos curativos ocasiona desperfectos tanto en firmes como en instalaciones contiguas a los accesos.



Figura 15.- Marca vial degradada por el uso de los quitanieves

La **climatización** de salas técnicas también puede convertirse en otro problema. En general, en los túneles, el interior de las salas técnicas es más cálido que el exterior de las mismas, por lo que los equipos de aire acondicionado se dañan con más frecuencia. En aquellos equipos que están instalados en intemperie, su uso durante el invierno es prácticamente imposible pues no están diseñados para operar en esas condiciones. La solución puede ser el practicar pequeñas trampillas que permitan la entrada de aire directo del exterior.

Aunque no es derivado directamente del invierno, es necesario vigilar las **zonas inundables**. Durante los inviernos se pueden producir temporales con gran precipitación y algunos accesos y garajes pueden quedar inutilizados momentáneamente, hasta que se achica el agua. Es conveniente prever esta situación, vaciando de vehículos estos espacios y retirando material que se

pueda dañar. Puede ser un grave problema necesitar un vehículo de intervención en emergencia y que esté bloqueado en un garaje, sin poder salir, o que se provoque una avería en el mismo que lo inutilice durante días.



Figura 16.- Inundación de garaje de vehículos de intervención tras fuerte tormenta

El **viento** es capaz de provocar daños a estructuras y edificios. Tras un temporal es interesante revisar las estructuras elevadas, torres y antenas, para observar si han sufrido algún deterioro. Se debe coordinar la disponibilidad de los medios de inspección con las ventanas de buen tiempo que se producen entre temporales. Además de revisar anclajes, el estado de losas y otros recubrimientos de los edificios debe ser analizado, para evitar caídas al vacío de materiales que provoquen otros daños.



Figura 17.- Reparación de enlosado de un edificio de control tras temporal de viento

En el entorno y acceso de muchos túneles, existen problemas de **avalanchas**, al estar contiguos a barrancos. Para evitar el efecto de las mismas, hay distintas opciones a considerar, como el uso de cañones antialudes, viseras o helicópteros con sistemas explosivos. Cada equipo tiene distintas ventajas e inconvenientes. Los helicópteros presentan dificultades de vuelo durante los temporales, aunque su uso es muy efectivo y económico. Las viseras son costosas pero muy seguras y los cañones tienen un coste intermedio y una efectividad limitada si las condiciones de la nieve no son idóneas.

4. CONCLUSION

Con la legislación vigente, en la fase de proyecto de un túnel ya se deben proponer fórmulas para lograr una óptima explotación de la obra. Sin embargo, hasta llegar a ese momento, y en la experiencia de muchos años de trabajo, no es posible adaptar la obra a la “realidad de la zona de trabajo” hasta pasar algunas temporadas ajustando detalles que hacen que cada obra, única, quede adaptada a su entorno y meteorología, también únicos.

En la zona pirenaica se observa una disminución de precipitación de nieve en los últimos 30 años que, sin embargo, no facilitan las labores de explotación, pues las nevadas parecen más violentas, y el público cada vez exige mejores condiciones para circular por las carreteras, lo que pone a prueba todas las previsiones y la capacidad de adaptación del personal dedicado a la explotación de los túneles.

El garantizar el paso por los túneles en invierno, con comodidad y seguridad, sigue siendo la primera condición y objetivo. El reto consiste en lograrlo con un coste ajustado, evitando averías que una correcta planificación, ajustada al entorno meteorológico donde se sitúa la obra. Son muchos los factores a controlar y a veces, son los pequeños detalles los que marcan la diferencia. Como se ha comentado, una rejilla con un emplazamiento poco adecuado, puede dañar un equipo valioso –por lo económico y por las implicaciones que su fallo implica-. Es necesario un esfuerzo extra por parte del personal dedicado a la explotación y conservación para detectar estos detalles y proponer medidas correctivas rápidamente una vez hayan sido conocidos.

Los materiales y equipamientos a utilizar, no sólo deben ser adecuados para su uso en las condiciones climáticas características del entorno de los túneles de montaña –en este caso- sino que deben ser adecuadamente colocados. La observación de la experiencia en otras instalaciones ya en servicio es fundamental para obtener un aprovechamiento del conocimiento existente. El cuidado de los mismos –la conservación- debe incluir rutinas específicas.