

Topic 7. Road tunnels in winter conditions

Subtopic: Impact of cold tunnel environment on the performance of equipment (fire fighting system)

**TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA ANTIHELADAS DE LA INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS DE LOS TÚNELES DE LA AP-66 (AUTOPISTA DE PEAJE CAMPOMANES – LEÓN)**

**TITTLE: ANTI-FROST SYSTEM DESIGNED FOR THE FIRE SUPPRESSION SYSTEM OF THE AP-66 TUNNELS (TOLL MOTORWAY CAMPOMANES – LEÓN)**

Autor: Juan Manuel Sanz Sacristán. Jefe de la Sección de Instalaciones del Transporte de Euroestudios.

RESUMEN:

La Autopista de Peaje Campomanes – León tiene en su trazado 7 túneles compuestos por dos tubos de tráfico unidireccional y que completan una longitud total de 16,9 kilómetros. Destaca el túnel de El Negrón con una longitud de 4.200 metros y cuya cota máxima es de 1.229 metros sobre el nivel del mar. Las elevadas condiciones de altura, unido a su localización geográfica, hace que durante seis meses al año se soporten condiciones climatológicas adversas, con muy bajas temperaturas.

En el año 2007, la empresa concesionaria Aucalsa encargó a Euroestudios la redacción del proyecto de adecuación de los túneles al Real Decreto 635/2006 sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado y en el que debía implantarse un sistema de extinción de incendios mediante agua con hidrantes situados cada 250 metros. El proyecto desarrolló un sistema de extinción por agua en todos los túneles en el que se establecían diversas novedades con el fin de garantizar su funcionamiento en condiciones extremas de frío.

Las principales medidas adoptadas en el diseño de este sistema son las siguientes:

- Disposición enterrada de los aljibes de almacenamiento de agua y de los equipos de bombeo.
- Calefacción de la sala de bombas del sistema.
- Tendido subterráneo de las tuberías fuera de los túneles y aislamiento de todas las tuberías vistas.
- Medición continua de la temperatura exterior y del sistema para control de los sistemas.
- Sistema de recirculación del agua en cada uno de los circuitos en condiciones de temperaturas bajas.

Con este sistema se garantiza que no se congela el agua en el circuito (lo que anularía el sistema de extinción de incendios) con un consumo mínimo de energía y de forma respetuosa con el medio ambiente. El sistema diseñado garantiza la seguridad de funcionamiento exigido a un sistema de extinción de incendios.

## ABSTRACT:

The toll motorway Campomanes – León has 7 tunnels along its way, all of them formed by two unidirectional tubes, completing a total length of 16.9 kilometers. The longest of them is El Negrón, with a length of 4,200 m and a maximum altitude of 1,229 m above sea level. Its altitude conditions, along with its geographical location, make it necessary for the system to support adverse weather conditions during six months per year, with very low temperatures.

In 2007, the concessionaire Aucalsa commissioned Euroestudios the drafting of the project for the adequacy of the AP-66 tunnels to the Real Decreto 635/2006 on minimum safety requirements for tunnels of the state road network. According to this standard, a fire extinguishing system consisting of water hydrants located every 250 m should be installed in the tunnels. The project developed a water-based suppression system for all the tunnels which included a number of improvements aimed to ensure the system's operation under extreme cold conditions.

The main measures included in the design of this system are the following:

- Water storage tanks and pumping equipment were buried.
- The pumping room of the system was heated.
- Outside the tunnels, all the water pipelines were buried, while all water pipes exposed to air were insulated.
- Continuous measurement of outdoor and system temperature for the system control.
- Water recirculation system in each of the network sections under low temperature conditions.

This system ensures that the water does not freeze along the pipe network (what would disable the fire suppression system) with a minimum energy consumption and in an environmental-friendly manner. The designed system ensures the reliability required for a fire suppression system.

## **PONENCIA:**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En el año 2006 España transpone la Directiva Europea 2004/54/CE sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras mediante el Real Decreto 635/2006 de 26 de mayo sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado. Esta norma es de aplicación a todos los túneles de la red de carreteras del Estado independientemente de que pertenezcan o no a la red transeuropea y, entre otros aspectos, obliga a que los túneles unidireccionales de más de 500 m de longitud dispongan de una red de extinción de incendios con agua con hidrantes situados cada 250 m.

La Autopista AP-66 (León-Campomanes) es una autopista de peaje explotada por la concesionaria Aucalsa y es una vía importante de comunicación que conecta el centro de la península con Asturias y discurre por zona montañosa y con elevadas cotas sobre el nivel del mar, lo que hace tenga condiciones climatológicas adversas.

La empresa Aucalsa contrató en 2007 a la consultora Euroestudios el Proyecto de adecuación de los túneles al Real Decreto 635/2006, observándose desde el principio la dificultad de disponer de un sistema de hidrantes en los túneles por sus condiciones invernales extremas. En la presente ponencia se explican las principales consideraciones que se realizaron durante la redacción del proyecto para obtener un sistema adecuado y que no condicione su operación en las condiciones extremas del entorno.

### **2. EXPLICACIÓN DE LA RED DE HIDRANTES**

El sistema de hidrantes solicitado en la norma consiste en un aljibe de 120 m<sup>3</sup> con un grupo de presión que garantice la presión y caudal en los dos hidrantes más desfavorables. La conexión entre el grupo de presión y los hidrantes dispuestos en los túneles se realiza por tubería enterrada o vista, de diámetro adecuado para las condiciones de caudal y presión establecidas. En el presente caso no se podía realizar enterrada (lo que era mejor para minimizar la afección de las condiciones climatológicas) por las canalizaciones y servicios existentes bajo las aceras, por lo que se debía realizar en instalación vista.

Toda la instalación debe cumplir con las estrictas normas que rigen sobre los sistemas de extinción de incendios y que están encaminadas a minimizar las probabilidades de fallo y a garantizar el adecuado funcionamiento de la instalación en caso de ser necesaria su utilización.

Por la configuración de dos tubos unidireccionales paralelos es necesario la disposición de una tubería por cada uno de ellos, lo que se suele aprovechar para establecer conexiones entre ellos a intervalos periódicos, lo que mejora las condiciones de caudal y presión y posibilita aislar posibles zonas averiadas.

### **3. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL ENTORNO**

De los siete túneles de la Autopista, el que peor condiciones climatológicas presenta es el de El Negrón con una longitud de 4.200 metros y cuya cota máxima es de 1.229 metros sobre el nivel del mar, por lo que suele tener condiciones climatológicas adversas durante casi seis meses al año, con temperaturas medias algunos meses rondando los 0º C y mínimas de -10º C. A todo ello hay que añadir la elevada corriente de aire que se produce en el interior del túnel y que incrementa las condiciones adversas sobre la instalación.

### **4. ALGUNAS POSIBILIDADES ANALIZADAS**

En estas condiciones climatológicas se pueden realizar diversas actuaciones y que, en el presente caso, una vez analizadas se descartaron por diversos criterios (económicos, de mantenimiento, fiabilidad,...) y que son principalmente:

- Calentamiento de la tubería en todo su recorrido.
- Añadir sustancias anticongelantes al agua, compatibles con sus características de extinción de incendios.
- Tubería vacía que se llena de agua en caso de incendio.

### **5. SOLUCIÓN ADOPTADA EN EL PRESENTE CASO**

En el presente caso y debido a la ausencia de temperaturas sostenidas por debajo de -5º C se optó por una solución especial y que con unos costes de implantación y mantenimiento ajustados garantiza su adecuado funcionamiento y actuación en caso necesario.

Algunas condiciones son habituales en este tipo de instalación:

- Disposición de aljibe enterrado que garantiza un adecuado aislamiento y que aprovecha la inercia térmica para minimizar la probabilidad de congelación del agua almacenada.
- Tuberías aisladas a lo largo de todo el túnel y disposición enterrada en el exterior hasta el aljibe.
- Calefacción en la sala de bombas para evitar que la temperatura baje de 0º C.

La novedad principal del sistema diseñado consiste en hacer circular el agua de la tubería, en caso de que la temperatura del entorno baje, de forma que se aprovecha la gran cantidad de agua almacenada en el aljibe y que es capaz de absorber la cantidad de calor disipada por el aislamiento de la tubería. Mediante distintos cálculos se ha verificado que la inercia térmica del aljibe es capaz de absorber el calor disipado por las tuberías durante varios días y que el aljibe enterrado se encuentra adecuadamente aislado del entorno (incluso en condiciones normales el terreno aporta calor al agua, en lugar de quitarla), por lo que el sistema permite funcionar adecuadamente durante todo el invierno.

Una consideración especialmente importante es el control y activación del sistema, que debe garantizar que en caso de fallo no impida su correcta operación en caso de incendio. Se ha previsto que mediante el sistema lineal de detección de incendios se obtenga la curva de temperatura en ambos túneles y que en caso de que la temperatura ambiente descienda de 0° C se actúen las electroválvulas de conexión entre tubos para establecer un circuito cerrado de circulación y se abra la válvula dispuesta en el aljibe que hace actuar las bombas principales del grupo de presión, manteniendo una adecuada presión en el circuito (realmente esta válvula tiene unas características similares a las de apertura de un hidrante). Esta configuración garantiza que se mantiene la presión en el circuito y que circula el agua en la tubería, por lo que ambas condiciones unidas evitan que con la tubería aislada se produzca congelación en el circuito. Toda el agua de la tubería se va mezclando con el agua del aljibe, que está permanentemente monitorizada su temperatura y transmitida al sistema de control que permitiría actuar adecuadamente en caso de que el aljibe bajara demasiado su temperatura en condiciones excepcionalmente adversas (lo que no es previsible a priori). Esta actuación se realizaría mediante calentamiento directamente del agua del aljibe y no a lo largo de toda la tubería, por lo que el rendimiento del proceso es mejor.

En caso de alarma de incendio el sistema se configuraría en su posición normal de funcionamiento, aunque (como se puede ver en el gráfico adjunto) el sistema funcionaría adecuadamente en cualquier hidrante aunque se produjera algún fallo en el sistema de control. Como medida adicional de seguridad la bomba de recirculación del circuito es independiente del grupo de presión y se ha dimensionado de forma que actúe como una segunda jockey y que si se abriera algún hidrante adicional hiciera entrar en funcionamiento las bombas principales y actuara como sistema de seguridad para desactivar el sistema de recirculación del agua.

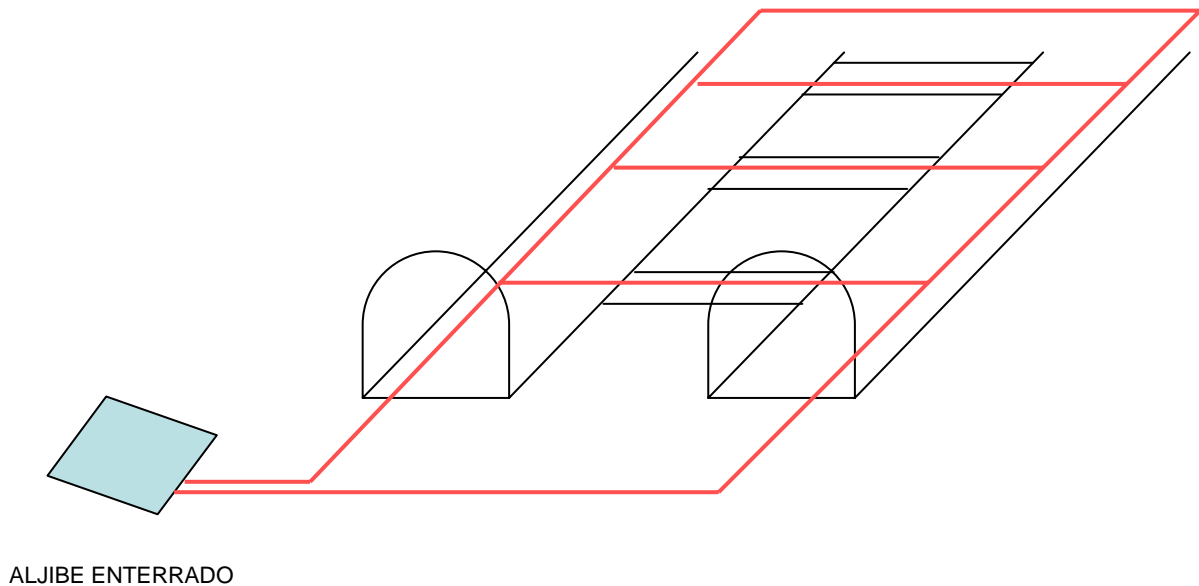
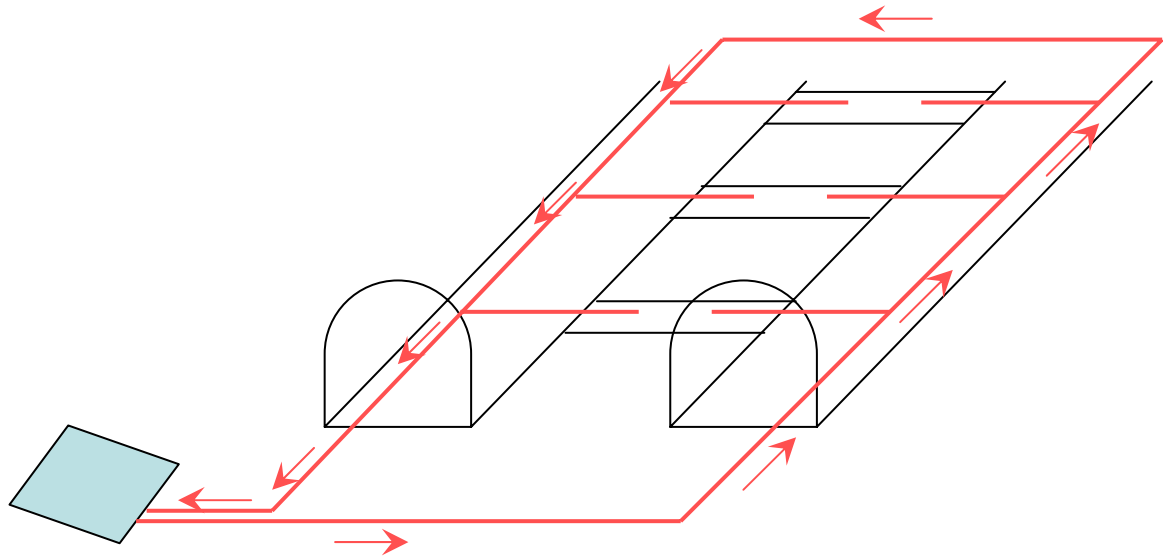


Figura 1. Configuración normal de la red de hidrantes



ALJIBE ENTERRADO

Figura 2. Configuración con activación del sistema de circulación de agua en el circuito de hidrantes

## 6. CONCLUSIONES

El sistema diseñado optimiza el consumo de energía para evitar la formación de hielo en el circuito de agua de la red de hidrantes, minimiza la inversión inicial y las labores de mantenimiento y tiene un elevado nivel de seguridad para garantizar su disponibilidad ante un posible incendio.