

EL TÚNEL DEL PONT PLA. MEJOR TÚNEL DE EUROPA 2008. UN EJEMPLO DE SEGURIDAD EN EL PRINCIPADO DE ANDORRA

C. López , O. Alfonso
Eurogeotécnica

1. Introducción

El túnel del Pont Pla, situado en el Principado de Andorra, fue valorado dentro del marco del programa EUROTAP con el máximo reconocimiento a nivel europeo como el Mejor y más Seguro túnel de Europa de 2008.



El programa EUROTAP (Programa de evaluación de la seguridad de los túneles europeos) está avalado por 14 organizaciones europeas, miembros de la FIA y la AIT. El programa evalúa desde el año 2000 la calidad y seguridad de las infraestructuras europeas de túneles por carretera. Cada año inspecciona y evalúa los túneles que se

ponen en servicio y emite un informe sobre las condiciones que reúnen estas obras. Entre los 32 túneles valorados durante el 2008, el túnel del Pont Pla fue distinguido entre los cuatro túneles que obtubieron la calificación “muy satisfactoria” y dentro de estos cuatro túneles fue valorado finalmente como el mejor túnel de Europa.

Esta distinción supone un reconocimiento internacional, no tan sólo del trabajo bien hecho por todas las empresas y técnicos participantes, sino también de la capacidad de un país como Andorra en la ejecución de infraestructuras. Este premio se consiguió en competencia con otros estados con gran tradición en la ejecución de túneles, como Suiza, Austria o Francia, cosa que hace todavía más relevante el esfuerzo para conseguirlo y pone de manifiesto la capacidad técnica y experiencia de los equipos de diseño y de dirección de las obras.



La consecución de esta distinción es fruto de la implicación plena del Govern d'Andorra y de manera muy especial del Comité de Túneles de Andorra, priorizando la seguridad en su política de infraestructuras de túnel. Esta política queda recogida en el Plan de Infraestructuras Viarias de Andorra que marca las características de calidad y seguridad de las obras del Principado. Hay que remarcar que los túneles se tienen que diseñar con una concepción global que integre todos los aspectos técnicos, tanto respecto a la ejecución como a su explotación.

La continuidad y el seguimiento en las tareas de explotación que se han llevado a cabo des de la abertura del túnel por parte de los Responsables de Seguridad, garantizan que la infraestructura mantenga años después las máximas condiciones de funcionalidad de todos los sistemas de seguridad.

2. Descripción de la obra

2.1. Marco general

Uno de los principales problemas con los que se encuentran diariamente los ciudadanos del Principado y los visitantes, es el intenso tránsito de las carreteras andorranas. El crecimiento de la intensidad del tránsito los últimos 10 años ha sido de una media del 3% anual (referencia a tránsito interno y externo).

La ampliación y mejora de la red viaria es una necesidad para el Principado, que ha de ir acompañada de otras actuaciones, como disponer de medios de transporte alternativos y de la previsión de la construcción progresiva de nuevas vías de comunicación.

Actualmente la parte de la red viaria con más intensidad de tráfico se encuentra dispuesta en “Y” con los extremos situados en los núcleos de Sant Julià de Lòria, Encamp y La Massana y el centro en Andorra la Vella – Escaldes – Engordany.

El tramo Escaldes-Encamp tiene actualmente una intensidad de unos 23.500 vehículos/día y el tramo Escaldes-La Massana unos 17.000 vehículos/día.

Dentro del Plan Sectorial de Infraestructuras Viarias, elaborado por el Govern d’Andorra y que define las nuevas vías de comunicación para los próximos 25 años, figura el túnel del Pont Pla. La infraestructura nace de la necesidad de generar una alternativa a las comunicaciones entre las parroquias bajas de Andorra la Vella y Escaldes-Engordany con las parroquias altas como La Massana y Ordino con la pretensión de descongestionar la salida de la C.G.3. respecto La Massana, que hasta la apertura del túnel sufría colas importantes en horas punta.

2.2. Entorno de la obra

El túnel del Pont Pla presenta una peculiaridad importante en cuanto a su ubicación. Se trata de un túnel urbano, que se aboca a una rotonda situada a unos 120m.

Esta circunstancia dio lugar a tener que tomar las máximas precauciones a la hora de ejecutar las diferentes fases de obra. El hecho de tener que trabajar a muy poca distancia del núcleo urbano, con unos accesos reducidos y rodeados por edificaciones sensibles como el Hospital de Nostra Senyora de Meritxell, condicionó mucho el ritmo de la ejecución de la obra. Todas las decisiones tomadas estuvieron regidas por las normas UNE, con la finalidad de minimizar el impacto sobre el entorno y la actividad diaria desarrollada en la zona.

Al tratarse de un túnel urbano de pendiente elevada (un 6,9%) se ha limitado inicialmente la velocidad máxima dentro del túnel a 60 km/h, controlada por radares permanentes en las dos direcciones, y se ha prohibido el paso de vehículos de más de 3,5 toneladas.

2.3. Premisas de diseño

En la construcción de esta infraestructura se ha priorizado la seguridad, en especial después de las graves consecuencias de los incendios que tuvieron lugar en los túneles de Mont Blanc, situados en los Alpes; el accidente a Tauern, en Austria el 1999, y más recientemente el que sucedió en el año 2001 en el túnel de Sant Gothard, en Suiza. Después de de estos hechos el Parlamento y el Consejo Europeo redactaron la Directiva que se publicó en el año 2004, sobre los requisitos mínimos de seguridad para los túneles de la red transeuropea de carreteras.

Este documento se basa en las directrices de la PIARC y la Circular interministerial francesa 2000-63, del mes de agosto del año 2000.

El túnel está dotado consecuentemente de un sistema de seguridad extenso y vigilancia permanente, que incluye puntos de auxilio, iluminación, circuitos cerrados de televisión, señalización variable, detección de humos y incendios, ventilación, comunicación, suministro eléctrico, extintores y salidas de emergencia entre otros dispositivos.

Como no existen dos túneles de características ni condicionantes idénticos, los sistemas de seguridad tienen que adaptarse a cada caso y no son extrapolables a otros túneles. El túnel del Pont Pla dispone de los sistemas avanzados de seguridad y vigilancia, por lo que el nivel de seguridad en algunos aspectos es superior al previsto en la normativa antes mencionada.

2.4. Datos de la obra

El Túnel del Pont Pla tiene una longitud de 1.260m y una pendiente máxima del 6,9%. Se trata de un túnel bidireccional con dos carriles de 3,5m, una mediana central de 1,5m, un arcén para cada sentido de circulación de 0,75m y dos aceras laterales de 0,60m cada una.

La pendiente importante del túnel es un factor muy relevante a la hora de analizar la seguridad del mismo, cosa que hizo pensar al principio que podría ser origen de una accidentabilidad elevada.

El proyecto inicial fue objeto de una revisión en profundidad, mejorando el trazado, eliminando un tramo recto de 700m de longitud, potencialmente generador de accidentes e introduciendo un trazado sinuoso para reducir la velocidad de los vehículos.

La consideración de una mediana central suficientemente amplia de 1,5m para separar adecuadamente las calzadas ha sido un elemento determinante en la mejora de la seguridad y fue valorado muy positivamente en los informes de evaluación del túnel.

El túnel cuenta con dos ensanches en sentido ascendente y uno en sentido descendente además de la galería de interconexión central que permite el paso de vehículos desde la galería de emergencia que se dispone paralelamente al túnel.

2.5. Galería de evacuación

El túnel dispone de una galería de evacuación paralela de 1.225m de longitud, de sección circular de 15m² conectada al túnel mediante galerías de escape. En total comporta 7 galerías (cada 160m aproximadamente) debidamente sectorizadas y presurizadas, en situación de emergencia. Esta galería ha sido aprovechada para disponer las instalaciones de seguridad y las canalizaciones correspondientes a FEDA (Fuerzas Eléctricas de Andorra) y STA (Sociedad de Teléfonos de Andorra). Esta ubicación proporciona total libertad para modificar o reparar cualquier instalación sin tener que hacer cortes parciales y reducciones de calzada en el túnel principal.



3. Instalaciones y equipamientos de seguridad

El túnel del Pont Pla incorpora sistemas avanzados y diversos para poder disponer de un nivel alto de seguridad y vigilancia en fase de explotación que son fruto del trabajo conjunto y que recogen las pautas trazadas por el Comité de Túneles de Andorra.

Los aspectos más relevantes de los sistemas adoptados en la obra se describen a continuación.

3.1. Suministro de energía

El túnel del Pont Pla dispone de una red eléctrica para explotación en anillo abierto con líneas de distribución de 20kV totalmente independientes, pero no de compañías diferentes, ya que en esta zona de Andorra esto no es posible. Por este motivo existe una interconexión en media tensión que se puede conmutar en caso de caída del suministro eléctrico de una de las líneas. El diseño del sistema de suministro eléctrico está planteado con un doble embarrado, uno normal y otro de emergencia, del que cuelga todo aquello que soportan los grupos electrógenos de 550 kVA cada uno de ellos, ubicados en el exterior cerca de las bocas.

Igualmente dispone de un SAI's de 40 kVA, con autonomía de 30 minutos que soporta todos los dispositivos básicos de seguridad, incluido un circuito de alumbrado básico.

3.2. Alumbrado

El sistema de alumbrado del Túnel del Pont Pla está diseñado para permitir al usuario adaptarse a los contrastes de luz entre el interior y el exterior. El túnel dispone de cuatro regímenes de alumbrado clásicos: soleado, nublado, crepuscular y nocturno, controlados por medio de luminancímetros que permiten que los diferentes niveles de encendido se adapten con mejor asimilación al campo de visión del conductor que se aproxima a la boca del túnel. Este sistema supone además un ahorro que se estima entre un 15 y un 20% del consumo energético anual.



3.3. Sistema de ventilación

En una primera fase de la revisión del proyecto se analizaron los posibles sistemas de ventilación para un túnel tan singular, de corta longitud, elevada pendiente y de condiciones meteorológicas dispares entre las bocas. Las condiciones meteorológicas variables entre las dos bocas y el hecho de estar situado en un valle muy cerrado, determinan en algunos momentos corrientes de aire de cierta intensidad y cambios notables en las presiones, cosa que hacía dudar de la eficacia de los sistemas de ventilación en determinadas circunstancias. Se valoraron las alternativas de ventilación semitransversal y longitudinal y se optó finalmente por esta última opción con el condicionante de disponer de una galería paralela de evacuación muy bien conectada con el túnel.

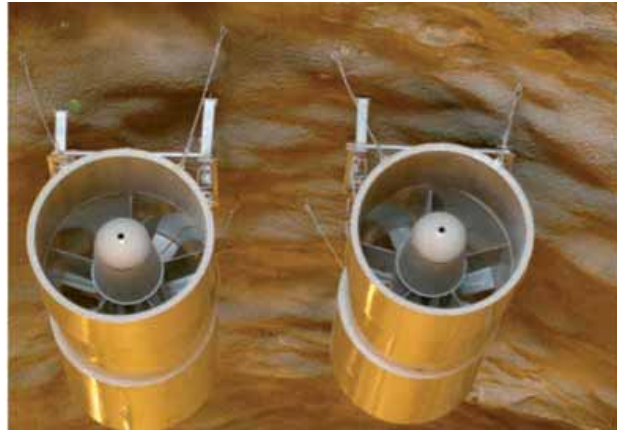
3.4. Ventilación longitudinal

La primera restricción, por la singularidad de la pendiente y las limitaciones de la ventilación, fue destinar el túnel al tráfico exclusivo de vehículos ligeros en ambos sentidos de circulación, excluyendo totalmente el paso de vehículos pesados.

Se proyectó una instalación de ventilación de sistema longitudinal, mediante 18 ventiladores reversibles de 1,2 m de diámetro, de 30 KW cada uno. Adicionalmente, su orientación sur-norte en sentido ascendente permite la posibilidad de contrapresiones de magnitudes considerables en uno y otro sentido. La intensidad del tráfico y el hecho de desembocar en pleno centro urbano a poca distancia de la boca incrementan el riesgo de colisiones y condicionan las posibilidades de extracción de humo. En este sentido, la pendiente considerable del túnel y su sección transversal condicionan las posibilidades de extracción de humo por la existencia de un sentido preferente de propagación ascensional del humo a elevada velocidad que condiciona y limita las posibilidades de actuación.

En momentos de intensidad elevada, la extracción de humos por las bocas en caso de siniestro puede afectar decisivamente a los ocupantes de los vehículos, por lo que el diseño prioriza la evacuación rápida de las personas y posteriormente la extracción de humos.

La filosofía de la seguridad en el caso de siniestro en cuanto a la ventilación consiste en controlar, en la medida de lo posible, el humo en el interior del túnel, mientras se evacua a los usuarios con rapidez a través de la galería.



La galería paralela permite la evacuación de las personas retenidas en caso de incendio, y constituye el principal elemento de seguridad ante esta eventualidad. En este sentido, resulta primordial disponer de estos pasos a corta distancia. En el Túnel del Pont Pla se decidió realizar 7 galerías de interconexión con una separación máxima entre ellas de 160 metros. Esta separación resulta netamente inferior a la considerada habitualmente hasta el momento en otros túneles, por lo que la seguridad en el túnel resulta muy elevada. Esta separación permite abandonar el túnel a pie, a ritmo de marcha en un tiempo inferior a dos minutos. Este tiempo resulta óptimo en la fase inicial, cuando el incendio todavía no ha adquirido la máxima potencia.

El control de la ventilación en situación de servicio ordinario, se rige por medio del sistema de calidad del aire, formado por sensores que analizan las características medioambientales en el interior del túnel, opacímetros, detectores de monóxido de carbono y caudalímetros (“anemómetros”). La ventilación en situación de emergencia se apoya en los sistemas más avanzados de detección, como son el Fibrolaser y la Detección Automática de Incidencias (DAI), basada en la video-detección aplicada al tránsito por medio del procesado de imágenes en vídeo.

3.5. Ventilación auxiliar SAS

El túnel dispone de un sistema de ventilación auxiliar, situado en las galerías de interconexión que comunican la galería principal con la galería de evacuación. Con el objetivo de que no llegue nunca el humo al interior de la galería de evacuación es necesario provocar una ligera sobrepresión mediante unos ventiladores dispuestos en los pasos entre galerías, impulsando un flujo de aire desde la galería auxiliar hacia el interior, de manera que impida la entrada del humo al quedar las puertas abiertas durante el tiempo de evacuación. El sistema consta para cada una de las galerías de conexión, de dos ventiladores axiales (uno de reserva) que trabajan a baja velocidad en condiciones ordinarias de explotación, y a velocidad alta en situación de emergencia.



3.6. Sistema contra incendios

Otro de los elementos de seguridad importantes es su sistema contra incendios, con una red de agua conjunta para hidrantes y BIE's a lo largo de todo el túnel, alimentado por un depósito de 170 m³ ubicado en la boca norte del túnel. La alimentación del depósito se hace mediante la captación directa al río, que alimenta el depósito, y de allí se distribuye el agua mediante un grupo de presión ubicado también en la boca norte. La red de agua consiste en una conducción sepultada que alimenta un conjunto de hidrantes cada 160 m, ubicados en nichos, además de hidrantes exteriores y siete hidrantes más en la galería de evacuación. Además, existen derivaciones de la cañería principal que alimenta las BIE's cada 45 metros aproximadamente. La conducción de BIE's no está enterrada, por este motivo se ha instalado un cable calefactor a lo largo de toda la conducción recubierta con aislante térmico que permite disponer de ella incluso a temperaturas muy bajas (-20°C).



El sistema de prevención de incendios incorpora una conducción de evacuación de líquidos contaminantes e inflamables eventualmente derramados en la calzada para evitar la propagación de un incendio.

3.7. Detección de incendios

La detección de incendios se hace mediante un detector lineal de temperatura instalado en la clave del túnel y paralelamente se dispone de un sistema de detección automática de incidencias (DAI). Todos los elementos contra incendios además de la instrumentación de ventilación, llevan un detector de puerta abierta que generan una señal de alarma al centro de control.

3.8. Sistemas de control y gestión del tránsito

La señalización interior y exterior del túnel está formada por señales de tecnología led (paneles de mensaje variable, semáforos intermitentes, paneles y señales gráficas variables con indicaciones y código de circulación) para informar al usuario de los diferentes acontecimientos que puedan suceder de emergencia o precaución.



La red interna del túnel está configurada para una línea troncal de cable de fibra óptica con la que se configura una red Gigabit Ethernet que une todas las Estaciones Remotas de campo con el Centro de control local, y este con el CIGT y el CECOT (el Centro de Control). El CECOT es el centro de control creado para el seguimiento de todos los túneles del Principado. Aprovechando la estructura de la red interna del túnel, se ha instalado un sistema de postes SOS IP que permiten aprovechar todas las ventajas de la redundancia de la red sobre la instalación estándar de la línea SOS independiente. Con la misma filosofía se instaló el sistema de megafonía, con zonas independientes para el túnel, la galería de evacuación y las galerías de interconexión.



Igualmente hay instalados 2 radares que controlan la velocidad de los vehículos.

4. Periodo de pruebas

Una vez acabados los trabajos de pavimentación del Túnel del Pont Pla, se dieron por acabados los trabajos básicos de ejecución de la obra. Desde aquel momento hasta la apertura y puesta en servicio del túnel y siguiendo la planificación indicada por el Comité de Túneles de Andorra, se llevaron a cabo por una parte trabajos de acabado de instalación y puesta en marcha de equipos y sistemas y por otra se abrió el periodo de pruebas y la realización de una prueba de humos y un simulacro de evacuación de heridos en un accidente, con el objetivo de poder abrir el paso a los vehículos con las máximas garantías de seguridad.

4.1. Prueba de humos

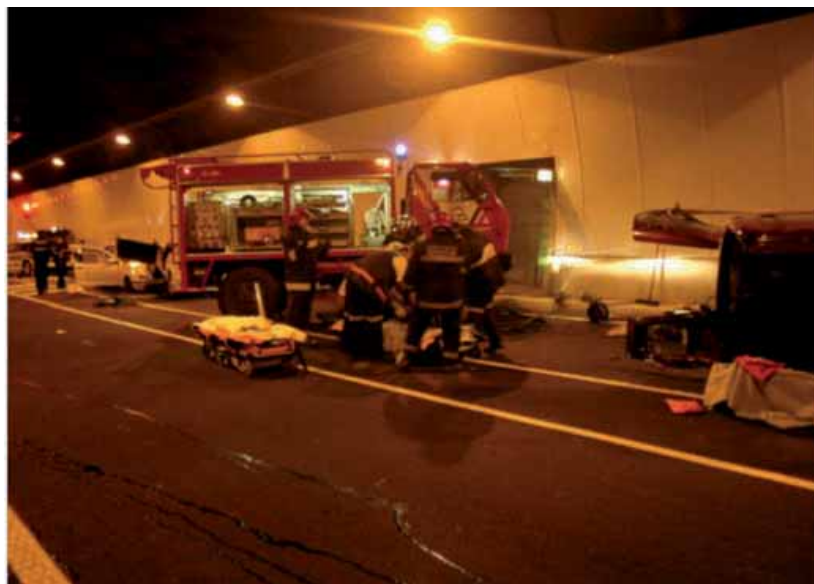
Se realizó una prueba de humos en el interior del Túnel del Pont Pla, que consistió en tres actuaciones. La primera prueba de mayor magnitud, se ubicó aproximadamente en la parte central del túnel, mientras que las otras dos se llevaron a cabo en la boca norte y la boca sur respectivamente.



El objetivo principal de la prueba de humos, era comprobar la implementación y evaluar el funcionamiento del algoritmo de ventilación en servicio de emergencia (incendio) en el interior del túnel, buscando situaciones extremas como podían ser situar el foco cerca de las bocas, y observar el comportamiento de la ventilación con la elevada pendiente del túnel. Las pruebas realizadas permitieron constatar que el sistema de encendido de la ventilación permitió confinar satisfactoriamente el humo durante la fase de evacuación de las personas y expulsar seguidamente el humo rápidamente en sentido ascendente.

4.2. Simulacro de accidente

Por otro lado, se llevó a cabo el simulacro de accidente en el interior del túnel, basado en el protocolo establecido por el Ministerio del Interior y por el Comité de Túneles de Andorra, que preveía la escenificación de un choque frontal entre dos vehículos y un tercer vehículo (furgoneta) implicado, con bloqueo de la calzada a 350m de la Boca Sur y con un total de cuatro personas afectadas con diferentes estados de gravedad.



Este simulacro se planteó con la finalidad de coordinar la actuación simultánea de todos los organismos externos implicados con el Plan de Emergencia Exterior y el personal de explotación del Túnel del Pont Pla. Por otra parte, uno de los otros puntos importantes a evaluar durante la prueba consistía en observar el tiempo de actuación del cuerpo de bomberos, cuerpo de policía y SUM (Servicio de Urgencias Médicas). El simulacro puso a prueba la capacidad de comunicación y de intervención conjunta de los cuerpos implicados que resultó óptima y con un tiempo muy reducido.

4.3. Formación de los técnicos

Los técnicos que participan en la explotación y en particular los técnicos que actúan en las salas de control han recibido una formación completa sobre el túnel y la seguridad del mismo, adaptada al Plan de seguridad y emergencia de la obra. En la redacción de este Plan han participado los cuerpos de Bomberos y de Policía y los miembros integrantes han recibido una formación específica adaptada al túnel, para disponer de la máxima seguridad durante la explotación del túnel.

5. Conclusión

Las especiales características del Túnel del Pont Pla, debido a su ubicación en pleno núcleo urbano y sus altas previsiones de tráfico en horas punta y sus características geométricas, han determinado la adopción de medidas específicas de seguridad y equipamientos complementarios para garantizar un alto grado de seguridad en la infraestructura.

Una vez finalizado el túnel se puede patentizar como cada una de sus medidas preventivas y sus disposiciones constructivas adoptadas han cumplido con un objetivo común de disponer de una obra moderna y segura para los usuarios y por tanto, podemos cualificar la obra como un éxito bajo este prisma.

El Túnel del Pont Pla es una obra pionera dentro del marco de infraestructuras del Principado de Andorra y constituye, desde este momento, sin ninguna duda, un referente sobre como actuar en futuros túneles inmersos en entornos urbanos similares.

Naturalmente, prueba del éxito de la obra ha sido el reconocimiento internacional que ha recibido el túnel este 2008 por parte del programa EuroTAP, donde el Túnel del Pont Pla de Andorra la Vella fué cualificado como el mejor túnel de Europa.