

## Apéndice 2.2 - BÉLGICA – Bruselas – Túnel Leopoldo II

### 1. INTRODUCCIÓN

El túnel Leopoldo II se encuentra en la ciudad de Bruselas (170.000 habitantes), centro de un área metropolitana de aproximadamente 1.100.000 habitantes. El túnel Leopoldo II atraviesa los municipios de Molenbeek, Koekelberg y Ganshoren, entre la Plaza del Yser y la Basílica de Koekelberg, pasando bajo el canal de Charleroi (**Figura 1**).

Esta infraestructura merece especial atención por:

- Su longitud: dos tubos independientes de 2.534 m de largo, que lo convierte en el túnel más largo de Bélgica y uno de los túneles urbanos más largos de Europa,
- Su complejidad.

El túnel Leopoldo II tiene además muchos accesos y salidas tal y como se muestra en la **Figura 2**:

- En dirección hacia las afueras:
  - entrada a la altura de Rue du Chœur,
  - salida a la altura de Rue de l'Ourthe,
  - salida en Parc Elisabeth.
- En dirección a la ciudad:
  - entrada en Parc Elisabeth,
  - entrada a la altura de Rue de l'Ourthe,
  - salida a la altura de Rue du Chœur.

El túnel Leopoldo II está situado en el Bulevar Leopoldo II que es una extensión del “anillo pequeño” de Bruselas en dirección a la autopista E40 a Gand y Ostende. El Bulevar Leopoldo II tiene secciones con dos y tres carriles de circulación, mientras que el túnel Leopoldo II tiene dos carriles de circulación en su totalidad excepto en las entradas y salidas que sólo disponen de un carril.



Figura 1 – Situación del túnel Leopoldo II

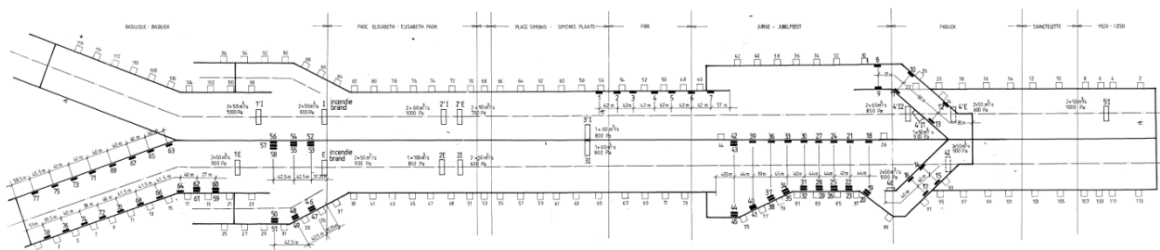


Figura 2–Esquema del túnel Leopoldo II

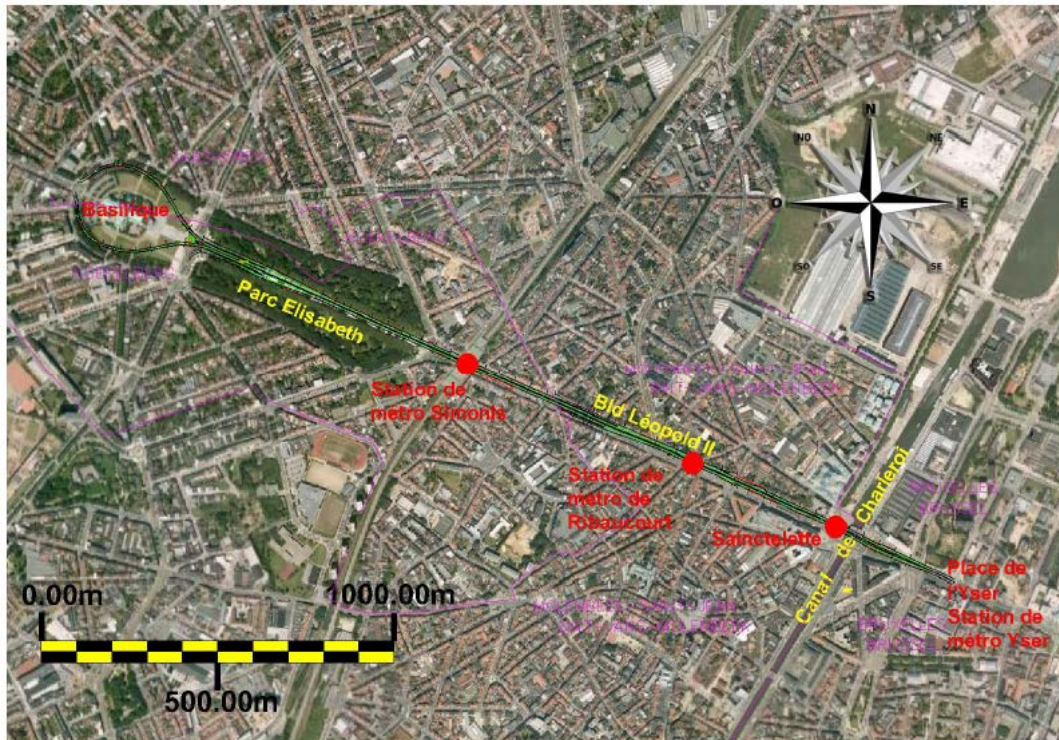


Figura3–Trazado del túnel LeopoldII

El túnel Leopoldo II es un túnel poco profundo construido bajo el Bulevar de Leopoldo II (**Figura 3**) mediante el sistema de pantallas. Las obras comenzaron en diciembre de 1980 y fue puesto en servicio en julio de 1987.

El túnel dispone de dos “tubos” separados por un tabique central que, además de ejercer una función estructural, hace posible la separación de los dos sentidos de tráfico. El túnel tiene así dos tubos, uno en cada sentido.

## 2. CARACTERÍSTICAS

### 2.1 GEOMETRÍA

La longitud del túnel es de 2.616m. Incluye 8 tramos:

- Tramo Yser; longitud: 215 m
- Tramo Sainctelette; longitud: 115 m
- Tramo Paruck; longitud: 325 m
- Tramo Jubile; longitud: 468 m
- Tramo Bulevar Leopoldo II; longitud: 225 m
- Tramo Simonis; longitud: 200 m
- Tramo Parc Elisabeth; longitud: 348 m
- Tramo Basilique:
  - Anillo Norte; longitud: 670m
  - Anillo Sur; longitud: 720m

### 2.2 SECCIÓN TRANSVERSAL

Las principales características son:

- Ancho de los carriles: 3,00 m,
- 2 carriles en cada sentido (**Figura 4**), excepto en los carriles de entrada o de salida (**Figura 5**),
- Ancho de la calzada medido entre aceras: 6,60 m,
- Sólo un carril en los ramales,
- Gálibo: 4,00 m,

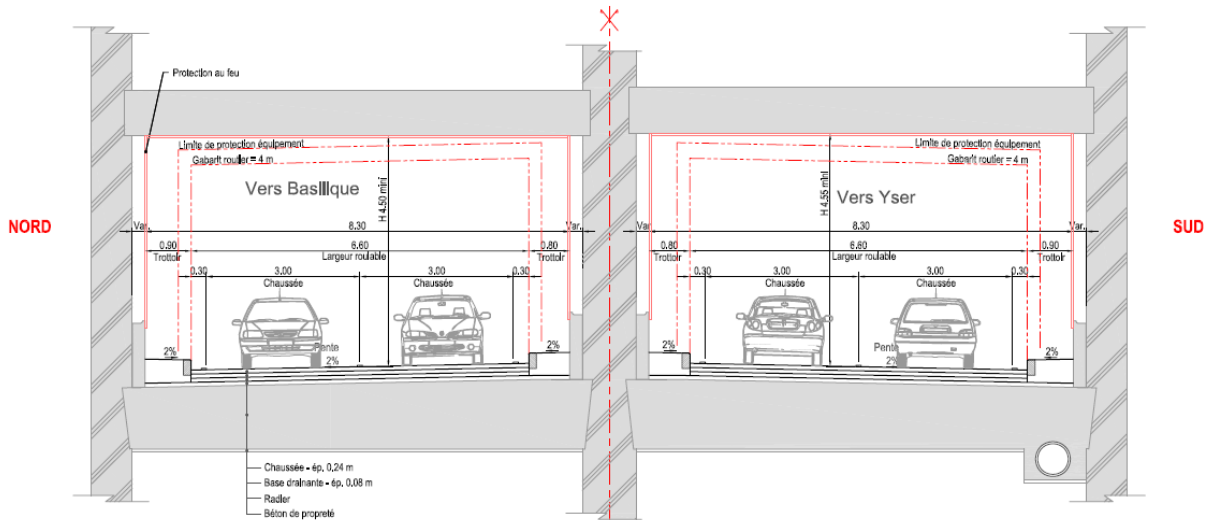


Figura 4 – Sección transversal del túnel Leopoldoll

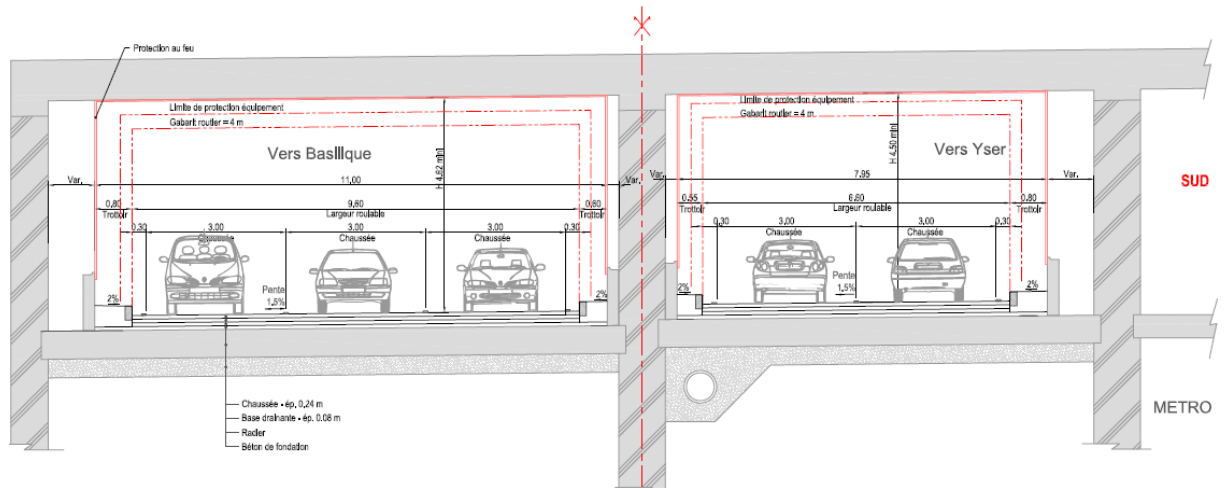


Figura 5 – Túnel Leopoldoll – Sección transversal cerca de Basillique

### 2.3 SALIDAS DE EMERGENCIA

Trece salidas de emergencia se distribuyen entre los dos tubos con salida hacia el exterior. No están presurizadas.

La salida está provista de escaleras y está cerrada en la parte superior por una trampilla horizontal con control remoto.

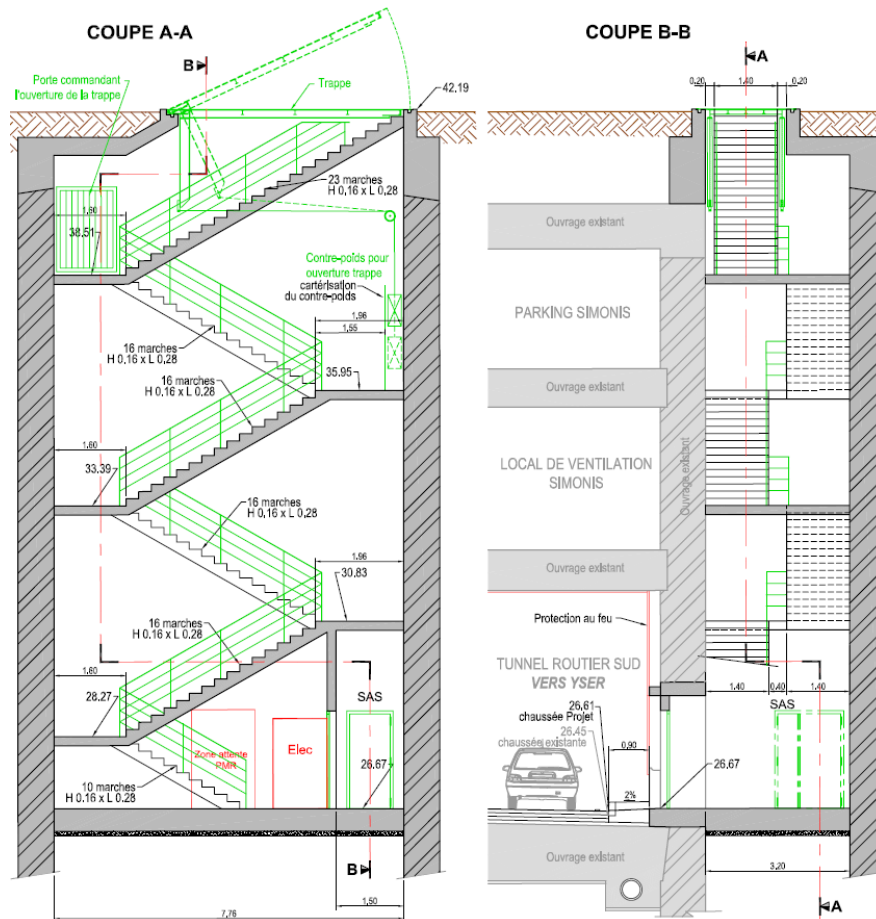


Figura 6 –Esquema de una salida de emergencia en el túnel Leopoldo II

## 2.4 CONDICIONES DEL TRÁFICO

## 2.5 TRÁFICO

La intensidad media diaria (IMD) es de 30.000 vehículos en cada sentido.

### 2.5.1 Túnel

- La velocidad está limitada a 70 km/h en el túnel y a 50 km/h en las salidas.
- Está prohibido el paso de vehículos pesados y el transporte de mercancías peligrosas, existiendo una limitación de 3.5 t y siendo la máxima altura admisible de 3.5m.
- Está prohibido el acceso a ciclistas y peatones.

### 2.5.2 Incidentes

- Fuego: de media hay 1,5 incidentes al año.
- Accidentes: de media hay 24 accidentes al año.
- Averías: de media hay 151 averías al año.

## 2.6 VENTILACIÓN

### 2.6.1 Sistema de ventilación en el túnel

El túnel Leopoldo II tiene 12 ventiladores de extracción, 16 ventiladores de impulsión y 78 ventiladores de chorro distribuidos entre los dos tubos.



El sistema de ventilación es longitudinal con extracción masiva (renovación de aire) en dos puntos en cada sentido de tráfico. El suministro de aire fresco y extracción del aire viciado se consigue usando inyectores o extractores de caudal variable combinados con aceleradores de chorro.

La entrada de aire fresco se proporciona a través de pozos que conectan con el exterior y que están equipados con atenuadores acústicos y rejillas a nivel de suelo. Algunas de estas rejillas se encuentran en la superficie de la calzada del bulevar.

Algunas de las estaciones de ventilación son accesibles desde el exterior a través de trampillas y escaleras de acceso, mientras que otras son accesibles desde el túnel.

La ventilación sanitaria depende de las condiciones atmosféricas. También se realiza en función del tráfico en el túnel (conexión TRAFICON).

### 2.6.2 Ventilación para extracción de humos

El sistema SCADA asegura el control automático de la ventilación en función de los valores obtenidos en los diferentes tramos del túnel.

Los ventiladores y extractores también realizan la ventilación mecánica de extracción de humos (**Figura 7**).

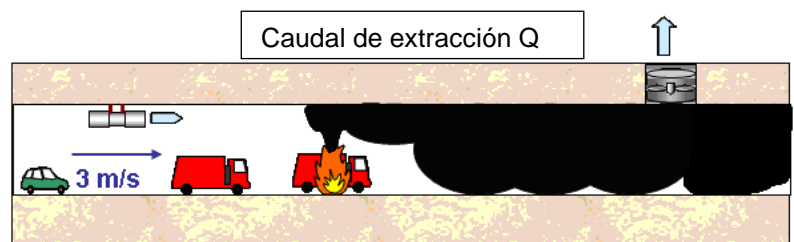


Figura 7 –Caso de incendio

Los equipos de detección de incendios activan los ventiladores de extracción de humos por medio del PLC y los sistemas SCADA.

### 2.6.3 Ventilación de las salidas de emergencia

Todas las salidas de emergencia están conectadas a la superficie. No están equipadas con ventilación.

## 2.7 MEDIO AMBIENTE

### 2.7.1 Calidad del aire

El contenido de monóxido de carbono(CO) se mide usando celdas electroquímicas (sensores ADOS 592, dispuestos en cajas en los refugios). Hay 35 sensores en cada sentido de circulación. Son sensores in situ.

Dos puntos de medida para NO/NOx (uno en cada sentido) envían datos al SCADA.

Estos sensores diferentes se ensamblan en diez grupos por sentido y se conectan con una unidad central que transmite los umbrales de alarma a las instalaciones de PLC y SCADA:

- 50, 75, 150 y 250ppm de CO
- 400, 600, 800 y 1000 µg/m3 de NOx

El PLC y los Sistemas SCADA aseguran el control automático de la ventilación en función de las medidas obtenidas en los distintos tramos del túnel.

### 2.7.2 Medidas acústicas

Todos los ventiladores están equipados con silenciadores para reducir el ruido.

### 2.7.3 Agua

El agua se recoge por medio de un sistema de drenaje específico para el túnel que desagua en una estación de bombeo en la que hay bombas sumergibles y una bomba agitadora.

#### 2.7.4 Equipamiento

El túnel está equipado con los sistemas habituales de seguridad, esto es, detección de incendios, CCTV y comunicación con un operador 24horas/7días medianteteléfonos de emergencia dispuestos a lo largo del túnel.

#### 2.8 EXPLOTACIÓN

El túnel Leopoldo II se gestiona desde el centro de control MOBIRIS(abierto 24/7) que controla todos los túneles de Bruselas y su región. Este centro de control es también responsable del tráfico en superficie de las principales carreteras y autopistas.