

4.3. ACCIONES PARA REDUCIR LOS COSTES DE EXPLOTACIÓN DE UN TÚNEL

Como ya se ha visto, la optimización de las inversiones iniciales es un aspecto de gran relevancia tanto para los proyectistas como para los titulares y las empresas de explotación de los túneles de carretera. Además de las inversiones, es necesario tener en cuenta los costes derivados de la explotación en una lógica de desarrollo sostenible. Este apartado examina este aspecto con mayor detalle. En primer lugar, se identifican los componentes de la explotación de un túnel de carretera, posteriormente se evalúa la influencia de cada aspecto y finalmente se presentan las vías de reducción de coste.

La información para identificar los costes de explotación de un túnel, así como las consideraciones sobre su ponderación individual, se extrae en algunos de los informes [2] y [3] de la AIPCR.

4.3.1. Identificación de los costes de explotación de un túnel

Los costes de un túnel incluyen la alimentación eléctrica, el lavado y la limpieza del mismo, el personal (control, mantenimiento, servicios de emergencia), el mantenimiento (preventivo y correctivo) y las reinversiones (necesarias para la renovación de equipos).

Algunos costes varían mucho de un país a otro, en parte porque los requisitos regulatorios son diferentes. Es por ello que los costes de explotación no incluyen el coste de simulacros periódicos e inspecciones, campañas de información pública, entrenamiento del personal y el coste de mantenerse informado sobre las últimas innovaciones y mejoras.

La presente guía no tiene en cuenta los costes de reinversión y por tanto se pueden dividir los costes de explotación de la siguiente manera:

- Energía;
- Mantenimiento;
- Personal.

Energía

Casi todo el equipamiento instalado en un túnel requiere energía eléctrica, que se compra habitualmente a un proveedor. En función de la potencia requerida para garantizar un correcto funcionamiento del equipamiento, la potencia puede proporcionarse en alta tensión o media tensión. Por lo general la potencia se suministra en alta tensión si el túnel dispone de sistema de ventilación.

Para el explotador de un túnel los costes energéticos están directamente ligados a dos parámetros: la potencia requerida por cada tipo de equipamiento y el periodo de funcionamiento de estos.

Mantenimiento

El objetivo del mantenimiento del túnel es asegurar unas condiciones de conducción seguras mediante la conservación de los estándares técnicos bajo los que fue diseñado.

Todas las tareas de mantenimiento deberían ser preventivas o correctivas. Tal como se menciona en los informes de la AIPCR [2], éstas se definen como:

- Mantenimiento preventivo, que mantiene los sistemas en buenas condiciones de funcionamiento. El mantenimiento preventivo se justifica por el hecho de que, sin él, los sistemas pueden resultar peligrosos y pueden conducir a costes demasiado elevados para asegurar su correcto funcionamiento. Este mantenimiento tiene las ventajas de asegurar las máximas y más seguras prestaciones de las instalaciones, de reducir el número de averías inesperadas y de poder planificarse de manera sencilla.
- Mantenimiento correctivo y/o reemplazo de equipamientos que se encuentran en estado crítico o averiado. Esto permite alargar la vida útil de los componentes de las instalaciones al máximo. Las desventajas son que la planificación es complicada, que pueden producirse situaciones peligrosas debido al fallo de equipos y que se puede incurrir en costes extraordinarios en caso de daños derivados de la avería.

Para ambos tipos de mantenimiento, es bastante frecuente asociar otros dos aspectos:

- El reciclado de diversos dispositivos empleados en el túnel cuando llegan al final de su vida útil;
- El tratamiento de los efluentes antes de ser eliminados fuera del túnel.

Personal

De manera general el personal se puede clasificar en tres categorías:

- Personal de explotación (personal de control y mantenimiento), ligado a la gestión del tráfico y a la gestión técnica;
- Personal de soporte administrativo y logístico (administración, finanzas, personal, gestión, etc);
- Personal de primera intervención. Podría haber equipos de rescate de emergencia externos. Si la organización del túnel dispone de suficientes recursos, el túnel puede disponer de medios propios para una primera intervención.

4.3.2. Impacto de los costes de explotación

Los sistemas que implican mayor consumo durante el funcionamiento normal del túnel son:

- Iluminación.
- Ventilación sanitaria.
- Dispositivos de seguridad (señalización, circuito cerrado de televisión CCTV, etc).
- Bombeo (en túneles submarinos o donde haya filtraciones de agua).

La contribución de cada uno de estos sistemas al consumo global varía mucho en función de las características del túnel, como pueden ser la longitud, pendiente, infiltraciones de agua, etc. Si se considera, por ejemplo, en el caso de un túnel corto éste no estará ventilado (el consumo por ventilación desaparecerá) pero dispondrá de un alumbrado en la zona de entrada que ocupará casi toda su longitud, por lo que será la fuente de consumo preponderante dada su corta longitud. Por el contrario, los túneles largos presentarán un consumo de iluminación relativamente bajo en comparación con el de la ventilación.

En términos de optimización, los sistemas de ventilación y alumbrado resultan atractivos por el gran potencial que tienen en cuanto al ahorro en consumo.

El cuadro inferior resume el impacto que tienen las características de un túnel, tales como la longitud y el tipo de explotación (unidireccional o bidireccional), sobre el consumo eléctrico (a excepción del consumo en caso de ventilación por incendio). Los casos mostrados deben ser considerados a nivel genérico, ya que las características particulares de un túnel pueden conducir a resultados diferentes.

TABLA 6 - POSIBLES INICIATIVAS PARA UN GESTOR O EXPLOTADOR DE TÚNEL

	L ≤ 500 m	500 m < L ≤ 3 000 m		L > 3000 m	
	unidireccional y bidireccional	unidireccional	bidireccional	unidireccional	bidireccional
Iluminación	Muy elevado	Elevado	Medio	Medio	Reducido
Ventilación 1 ⁴	Sin impacto	Muy reducido	Medio	Menor	Muy elevado
Equipamiento de seguridad	Muy reducido	Reducido	Menor	Medio	Medio
Equipos auxiliares y pérdidas diversas	Muy reducido	Reducido	Menor	Medio	Medio
Bombeo	Reducido	Reducido	Menor	Menor	Reducido

Nota: Esta información sólo presenta un valor comparativo por columna (por ejemplo, la energía consumida en iluminación aumenta conforme lo hace la longitud del túnel pero su contribución al global se reduce).

Finalmente, debe resaltarse que la optimización para el consumo energético debe hacerse no sólo en las fases de proyecto y construcción sino también a lo largo de toda su vida útil.

⁴ Incluye la ventilación de los sistemas de evacuación y de los refugios. Sin embargo no está considerada, la ventilación ambiental (extracción de aire para evitar contaminación en las bocas)

Mantenimiento

El coste de mantenimiento es difícil de evaluar ya que depende de la política que se adopte sobre el mismo.

Si el mantenimiento lo realiza el personal del explotador, el coste es relativamente bajo y en caso de aumento del personal sus costes aumentan. Si el mantenimiento se subcontrata, los gastos asociados serán más elevados, pero se reduce el coste de personal propio.

Generalmente, el explotador tiene equipos propios para llevar a cabo una gran parte del mantenimiento, subcontratando el resto.

Personal

Respecto al personal de supervisión existe un marco legal en muchos países. Algunas disposiciones son obligatorias mientras que otras son solamente recomendaciones. Por ejemplo, si el reglamento aplicable exige la presencia de un operador para supervisión desde el Centro de Control 24h al día, debe cumplirse. Igualmente, si el reglamento exige una patrulla (a intervalos regulares) o la presencia de equipos de primera intervención, será complicado reducir el número de empleados.

Según la proporción de mantenimiento subcontratado, el tamaño de la plantilla variará. Las subcontrataciones están ligadas en gran medida al personal de mantenimiento (número y competencias) que el explotador del túnel pueda ocupar a tiempo completo de manera práctica y económica. Esto depende también de la complejidad y naturaleza de los equipos instalados y de las competencias específicas necesarias.

4.3.3. Cómo reducir los costes de explotación en el túnel

Se recomienda realizar un análisis comparativo para evaluar la diferencia entre diversos túneles de regiones o países (por ejemplo: consumo de energía, horas de trabajo del personal, etc). Algunas medidas se definen en los informes de la AIPCR [1] y [2] (por ejemplo, la optimización de recursos y la puesta en servicio de una estrategia de explotación conforme a las disposiciones de seguridad validadas).

Energía

Respecto al consumo energético lo primero que un explotador debe hacer es analizar distintas compañías, comparando las condiciones de los proveedores sobre el tipo de energía deseada (renovable). Este planteamiento parte de la premisa de que la instalación está optimizada en términos de potencia instalada y de duración de funcionamiento.

De hecho, se ha comprobado que los gastos energéticos están íntimamente ligados a dos factores: la potencia instalada en cada equipo y su tiempo de funcionamiento.

La potencia instalada se evalúa (por familia de equipos) durante la fase de estudio y se fija durante la fase de puesta en servicio. Una vez que el túnel se encuentra operativo la potencia puede modificarse durante la renovación. En ese momento, ésta puede reducirse si no ha cambiado la reglamentación y si las prestaciones energéticas del equipo reemplazado han mejorado. Ésta también puede aumentarse si la reglamentación se vuelve más estricta (por ejemplo, si se requieren mayores capacidades de extracción de humos).

En resumen, cuando un explotador quiere reducir los costes eléctricos de operación y no se prevé una renovación de equipos, sólo puede hacerlo optimizando los tiempos de funcionamiento del equipamiento, instalado y gestionando correctamente los picos de consumo.

Mantenimiento

La naturaleza y el número de tareas de mantenimiento a realizar dependen evidentemente de la cantidad y características de los equipamientos instalados, pero también de la intensidad de tráfico y de las condiciones de trabajo en la carretera y salas técnicas. Sin embargo, en toda obra el explotador puede optimizar su funcionamiento y concentrarse esencialmente en la programación de las tareas a realizar.

Es importante considerar tanto los costes de mantenimiento como el impacto social del cierre del túnel (disponibilidad del túnel).

Para lograr esto, el explotador puede:

- Desarrollar el mantenimiento de acuerdo a la experiencia recibida.
- Emplear un sistema de gestión de mantenimiento por ordenador.
- Agrupar en la medida de lo posible las tareas para reducir los costes derivados del balizamiento.
- Establecer una monitorización interna mediante indicadores.

Personal

Tal como se ha señalado anteriormente, las ganancias potenciales en términos de mano de obra dependen a menudo de requisitos reglamentarios.

Es posible un mayor grado de optimización en los métodos de supervisión y mantenimiento. Para la supervisión se aconseja agrupar la explotación de varios túneles.

Respeto al mantenimiento es preferible contar con empresas externas para tareas que sean muy técnicas siempre que no implique muchos equipos.