

## Tecnología Sika en la Variante de Ferreries (Menorca)

Leandro Álvarez  
Ferrovia

Alberto Rey  
Sika

**Sika, la empresa líder en soluciones para la construcción, está presente como uno de los suministradores integrales de productos en esta obra excepcional - tanto por sus características técnicas, volumen de contratación y objetivos - para la isla de Menorca, que resuelve los problemas de capacidad y seguridad vial de la actual carretera a su paso por Ferreries.**

El proyecto, ejecutado por la **UTE Ferreries**, consiste en la construcción de un tramo de carretera de calzada única de 4,8 km de longitud entre los PK 26,250 y 30,480 de la carretera Me-1, que cruza de este a oeste la isla de Menorca.

La velocidad de proyecto es de 80 km/h (C-80) y la sección está constituida por dos (o tres) carriles de 3,50 m de arcones de 2,50 y bermas de 0,75 m.

La obra está dividida en dos tramos, el primero de los cuales tiene unos 1,3 km de longitud y consiste en una mejora del acondicionamiento del trazado de la carretera existente, con la incorporación de un tercer carril para vehículos lentos. El segundo tramo, de unos 3,5 km, es una variante del casco urbano de Ferreries.



# Referencia de Obra



Foto 1.- Detalle del emboquille del túnel de la Variante de Ferreries

Los dos tramos están separados por la rotonda de Cala Galdana, a la cual confluyen también la carretera Me-22 hacia Cala Galdana y el actual Me-1, que se queda como acceso oeste en Ferrerías, además del camino de la base y el camino d'Algendar.

Al final del tramo 2, al extremo este de la obra, se proyecta el semienlace de Mahón sólo con los movimientos que van y vienen de esta ciudad. El cruce del ramal de entrada bajo la variante se ha resuelto mediante una pérgola con aligeramientos curvos tanto en planta como en levantado.

En el centro de este tramo tiene lugar el enlace de San Patricio, de tipo diamante con rotonda, que permite el acceso al polígono industrial de Ferrerías. El cruce de la variante sobre la rotonda se produce mediante un viaducto de 122 m de longitud distribuido en tres vanos.

Entre la rotonda de Cala Galdana y el enlace de S. Patricio se proyecta un túnel de 252 m de longitud total y un tercer carril para permitir adelantamientos en sentido Mahón - Ciutadella.



# Referencia de Obra



Foto 2.- Hormigón proyectado en el túnel empleando un robot Sika PM 500

El túnel tiene una sección de 140 m<sup>2</sup>, definida por una curva circular de radio 7,64 m y se ha diseñado cumpliendo los siguientes condicionantes, definidos en Instrucción de Carreteras, Norma 3.1-IC (Trazado) aplicable al territorio del Estado:

*Gálibo vertical:*

En aquellas zonas accesibles a los vehículos (carriles y arcenes), una altura mínima libre de 5 m. Por tanto, este gálibo se medirá al borde de la acera.

En aceras, una altura mínima libre de 2,00 m medidas al borde interior de la acera.

*En plataforma:*

3 Carriles de 3,5 m.  
Arcenes de 1,0 m,  
Un mínimo de 0,75 m de aceras.

Además, siguiendo de las especificaciones del PPTP, se incorpora una mediana de 5,2 m.



# Referencia de Obra

A la salida del túnel en dirección Mahón se proyecta una estructura para el cruce sobre una vaguada y dos caminos de acceso a la zona de Son Blanc. Tiene un único vano de 36 m con tablero mixto de hormigón y acero de canto variable.

Las estructuras se completan con dos marcos de hormigón armado de 3 x 2,5 m a comienzos del tramo 2, un para el paso del vial de no motorizados que rodea la rotonda de Cala Galdana y otro para el paso de ganado.

También se han adaptado al paso de ganado y de vehículos diversas obras de drenaje transversal y garantizan la permeabilidad.

El proyecto se elabora a partir de la solución base proporcionada por el Consejo Insular de Menorca y constituida por el proyecto de trazado del abril de 2004 con cuatro prescripciones que suponen las modificaciones siguientes:

El enlace de Cala Galdana modifica su tipología, y se proyecta en su lugar una intersección tipo rotonda.

Para cumplir la distancia mínima de seguridad entre entradas y salidas, el acceso este en Ferrerías, se reduce a un semienlace con los movimientos que van y vienen de Mahón, con la supresión de los movimientos correspondientes que van y vienen de Ciutadella, que se realizan por los otras dos.

Los ramales del enlace de San Patricio se alargan para que tengan más de 250 m y se trazan tangentes a la rotonda, el radio de la cual aumenta hasta 45 m.

Todos los ramales de los enlaces cumplen la condición de pendiente mínima del 0,5%, o del 0,2% cuando la inclinación de la línea de máxima pendiente de la plataforma es superior al 0,5%.

Entre el enlace de San Patricio y la rotonda de Cala Galdana se incorpora un carril de vehículos lentos en sentido Ciutadella, y al túnel se mantiene una sección de tres carriles de 3,50 m con media de 1 m, arcenes de 1 m y aceras de 0,75 m.



## Trazado

### Trazado en planta

La longitud aproximada de la variante es de 4,8 km, dividida en dos tramos:

Tramo I: entre el PK 30,480 de la carretera ME-1 y la rotonda de Cala Galdana de 1,3 km.

Tramo II: entre la rotonda de Cala Galdana y el PK 26,250 de la carretera Me-1 de 3,5 km.

#### *Tramo 1:*

En los primeros 200 m el trazado se sitúa en recta sobre la carretera ME-1, de la cual se realiza un ensanchamiento y mejora. Posteriormente, el trazado se desarrolla en un sistema de tres curvas de signos contrarios, de radios: 270,-265 y 265, con otra curva posterior de radio 200 m, que es la que da acceso a la rotonda de Cala Galdana.

A partir del PK 0,207 al margen derecho se habilita un carril lento que transcurre hasta la rotonda de Cala Galdana.

En la rotonda de Cala Galdana se proyecta la reposición de dos caminos existentes y se repone la carretera de acceso en Ferrerías oeste y a Cala Galdana.

#### *Tramo 2:*

En este segundo tramo es dónde se desarrolla propiamente la variante, puesto que tras la rotonda de Cala Galdana la carretera discurre al Norte del casco urbano de Ferrerías, en una serie de tres curvas y contracurvas de 500 m,-500 m y 1.000 m de radio; dentro de la última curva se proyecta el túnel de Ferrerías, de 252 m de longitud total.

Posteriormente la traza discurre al norte del Polígono Industrial, donde se sitúa el enlace tipo diamante con rotonda central denominado "Enlace de San Patricio", que dota a Ferrerías y a San Patricio de accesos. Hace falta destacar que desde el ramal 1 de este enlace, en sentido Ciutadella, se habilita un carril lento que discurre hasta llegar a la Rotonda de Cala Galdana.



# Referencia de Obra

El enlace de San Patricio se implanta sobre una recta de 334 m de longitud, tras la cual se desarrollan dos curvas circulares en "S" de radios 1.000 m y 560 m con longitudes de curva de 660 m y 492 m respectivamente.

El trazado sigue al norte de la ME-1 y se conecta a ella, a través de un enlace denominado semienlace de mahón que permite, a través de un ramal directo, conectar el actual ME-1 desde Ferrerías con la variante, y de un ramal semidirecto que permite el acceso a Ferrerías desde Mahón.

Como consecuencia de la necesidad de acomodarse a la carretera existente, desde el PK 3,203 hasta el final se realiza un refuerzo de firme de la carretera existente.

## Trazado en alzado.

### *Tramo 1:*

El alzado del tramo 1 se realiza siguiendo los criterios marcados por la Instrucción de carreteras 3.1-IC. La pendiente máxima es de 6% y los parámetros de los acuerdos mínimos 4.050 y 3.924, cóncavo y convexo respectivamente.

Al inicio del tramo, el alzado se ajusta más a la calzada existente, para así poder realizar un mejor aprovechamiento. Posteriormente el alzado se ajusta con objeto de reducir al máximo el impacto ambiental.

Las carreteras de acceso a la Rotonda de Cala Galdana se han diseñado con pendientes suaves tratando de adecuarse de la mejor forma al acceso existente.

### *Tramo 2:*

Del mismo modo que al tramo 1, la rasante se ha diseñado para una Vp de 80 km/h.

La pendiente máxima es de 3% y los parámetros de los acuerdos mínimos 5.000 y 2.950, cóncavo y convexo respectivamente.

Al inicio del tramo, el alzado se ajusta al 3% a la zona del túnel y más adelante se desarrolla de forma que permite el paso de caminos, carreteras, etc. y asegura por lo tanto el gálibo a los pasos inferiores agrícolas y a los viaductos existentes en este tramo, sobre los caminos de acceso en Son Blanc y al enlace de San Patricio.



Las carreteras de acceso a San Patricio y a Ferrerías centro, se han diseñado con pendientes suaves y se han tratado de adecuar de la mejor manera al acceso existente.

Los ramales de todos los enlaces se han diseñado para una Vp de 60 km/h.

Así pues, tanto la pendiente como los parámetros de los acuerdos están sujetos a aquello que establece la Norma de Trazado 3.1-IC.

Tras el semienlace de Mahón, hasta el final, se realiza un refuerzo del pavimento existente y por lo tanto es necesario ajustar más la rasante a la calzada existente para así poder realizar un mejor aprovechamiento.

## Sección transversal

La sección tipo normal del tronco de la variante es la de una calzada formada por dos carriles de 3,50 metros, arcén exterior de 5,20 m y berma de 0,75 metros. El ancho total de la sección es, por lo tanto, de 13 5 metros.

Entre el PK 0,207 y la rotonda de Cala Galdana se proyecta un carril para vehículos lentos en sentido Mahón, y entre el enlace de San Patricio y la rotonda de Cala Galdana otro en sentido contrario.

Además de estos tramos hay otras zonas dónde la sección tipo presenta variaciones:

Zonas de ampliación de bermas (bermas de despeje) debido a la necesidad de aumentar la visibilidad de desempalear por mantener la velocidad mínima de 80 km/h.

Carriles de cambio de velocidad (aceleración y desaceleración) a los enlaces. Para el dimensionado se ha aplicado la norma 3.1-IC.

La sección tipo normal de los ramales unidireccionales estará formada por una calzada de 4 metros más los sobrecanchos calculados según la Instrucción 3.1-IC, arcenes derechos de 2,5 metros, arcenes izquierdas de 1 metro y bermas de 0,75 m.



La reposición de los caminos de la Base y d'Algendar se hace con 5 m de calzada con arcenes y bermas de 75 cm, mientras que la reposición de los de acceso a Son Blanc son de sólo 5 m de calzada.

# Referencia de Obra



Foto 3.- Detalle del emboquille del túnel y la colocación de los primeros cuadros

## Soluciones Sika:

Sika ha participado en la optimización de las fórmulas de trabajo del hormigón proyectado desde el inicio de las obras junto con los responsables de **UTE FERRERIES** y las empresas subcontratadas para la excavación y sostenimiento del túnel (**GEOTUNEL**) y el suministro del hormigón (**HORMIGONES KENTUCKY**).

De esta forma, para la elaboración del hormigón proyectado se ha posicionado un aditivo superplastificante de última generación **ViscoCrete 5980** que completa la gama de aditivos disponibles en la planta (**Gama SikaPlast**).



Asimismo, las especificaciones del Proyecto han permitido, una vez realizados los ensayos pertinentes, el empleo de fibras sintéticas estructurales **Sika Fiber T 48** para el refuerzo del hormigón proyectado.



Foto 4.- Fibras sintéticas estructurales Sika Fiber T 48 empleadas en la obra

Además de las ya mencionadas, desde el inicio de los trabajos, **Sika** ha suministrado diferentes soluciones a la obra:

- **Sigunita L 22 R**
- **Sika Desencofrante**
- **Sika Waterbar O-30**
- **Sika Combiflex Adhesive**
- **Sika Combiflex Strip 1 mm**

*En el momento de redacción de esta referencia de obra, se están preparando las pruebas para el diseño del hormigón de revestimiento del túnel y presentando las soluciones Sika para la impermeabilización principal.*



# Referencia de Obra

## Sika

*Suministrador líder de productos químicos especializados a nivel mundial. Desarrolla, fabrica y comercializa sistemas y soluciones específicas para la construcción, en edificación y obra civil - en los campos de la reparación y protección del hormigón, el sellado de juntas, la impermeabilización estructural y el pegado rígido y elástico de distintos elementos - y en la industria, en los sectores de transporte, automoción, marina y electrodomésticos y equipos.*

*La gama de productos Sika incluye aditivos para hormigón de alta calidad, morteros especiales, selladores y adhesivos, materiales hidrófugos, sistemas de refuerzo estructural, pavimentos industriales y membranas impermeabilizantes.*

*Filiales en más de 70 países en todo el mundo y aproximadamente 12.000 empleados ponen en contacto a Sika con sus clientes y garantizan el éxito en todas sus relaciones comerciales.*

*En 2010 ha celebrado su primer centenario como empresa*



**Sika, S.A.U.**  
Ctra. de Fuencarral, 72  
28108 – Alcobendas (Madrid)  
Telf. 91 657 23 75 Fax 91 662 19 38  
[www.sika.es](http://www.sika.es)