

La variante de Ferreries (Menorca)

La protección ambiental en una Reserva de la Biosfera



Jesús Fernández Adarve

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Dirección Técnica. Ferrovial-Agroman

Resumen

La carretera Me-1 es la principal vía de comunicación de Menorca y cruza en la mitad de su recorrido la población de Ferreries. El proyecto de la variante permite circunvalar el núcleo urbano mediante una carretera de nueva construcción.

El proyecto está promovido por el Consell Insular de Menorca y se financia a través de un convenio con el Ministerio de Fomento. Las obras se iniciaron en agosto de 2010 y han finalizado en mayo de 2012. El presupuesto de adjudicación fue de 25.162.849 euros.

Palabras clave

Obras, variante, Ferreries, protección, medio ambiente

Abstract

Menorca's main road, the Me-1, crosses the island from west to east and until recently passed through the town of Ferreries at its halfway point. A new by-pass has subsequently allowed traffic to avoid the town centre.

The project was promoted by the Menorca Island Council and financed by an agreement with the Spanish Ministry of Development. Work started in August 2010 and was completed in May 2012. The contract price of the project amounted to €25,162,849.

Keywords

Works, by-pass, Ferreries, protection, environment

Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un tramo de carretera de calzada única de 4,8 km de longitud entre los p.k. 26+250 y 30+480 de la carretera Me-1. La velocidad de proyecto es de 80 km/h y la sección transversal está constituida por dos o tres carriles de 3,5 m, arcenes de 2,5 m y bermas de 0,75 m.

La obra está dividida en dos tramos: el primero, de unos 1,3 km, aprovecha parcialmente el trazado actual incorporando un tercer carril para vehículos lentos. El segundo tramo, de aproximadamente 3,5 km, es la variante propiamente dicha del núcleo urbano de Ferreries y es un tramo de carretera de nueva planta. Los dos tramos confluyen en la rotonda de Cala Galdana.

En el extremo oriental de la obra se encuentra el semienlace de Mahón, que se ha resuelto mediante una pérgola. En el punto central de la obra se encuentra el enlace de Sant Patrici, de tipo diamante con rotonda, que permite el acceso al Polígono Industrial de Ferreries. El cruce sobre la rotonda se resuelve mediante un viaducto de tres vanos de 122 m de longitud formado por un tablero mixto de hormigón y acero de canto constante. Entre la rotonda de Cala Galdana y Sant Patrici se ha proyectado un túnel de 252 metros de longitud y un tercer carril para vehículos lentos en sentido Mahón-Ciutadella.

A la salida del túnel en dirección Mahón se ha ejecutado un viaducto de un solo vano de 36 m con tablero mixto de hormigón y acero cortén de canto variable y que permite salvar un torrente y dos caminos que dan acceso a Son Blanc. La excavación del túnel se realizó mediante el Nuevo Método Austríaco de Tunelación.



Pérgola del semienlace de Mahón

En las dos rotondas se han incluido pasos para vehículos no motorizados mediante marcos de hormigón armado de 3x2,5 m. Además, se han ejecutado otros dos marcos de idénticas dimensiones que permiten dar continuidad a dos caminos agrícolas interceptados por la traza. Las obras de drenaje transversal también han sido adaptadas para su uso como caminos agrícolas, lo que garantiza la permeabilidad del trazado. Se ha dado continuidad, asimismo, a las rutas ciclistas que cruzan la variante en Cala Galdana y Sant Patrici.

En la ejecución del firme se han utilizado mezclas bituminosas que incorporan betunes mejorados con polvo de caucho procedente del reciclado de neumáticos fuera de uso. En total, se han empleado 1.151 toneladas de betún BC50/70.

El sistema de iluminación de los enlaces y del túnel permite adecuar la intensidad de luz a la luminosidad existente, lo que reduce el consumo energético. Asimismo, se han soterrado más de 2,5 km de líneas aéreas de comunicaciones y se han restituido todos los servicios afectados por el trazado.

Descripción del medio

Menorca es la más septentrional y oriental de las Islas Baleares, además de la más lluviosa e influenciada por vientos persistentes. Se trata de un territorio intensamente humanizado, con un paisaje rural tradicional muy rico.

La Unesco declaró Menorca como Reserva de la Biosfera en 1993, atendiendo al alto grado de compatibilidad conseguido entre el desarrollo de las actividades eco-



Emboquillado del túnel y estructura del p.k. 0+700 en el tramo 2



Paisaje típico de la zona de Ferreries

nómicas, el consumo de recursos y la conservación de un patrimonio y de un paisaje que ha mantenido, y sigue manteniendo hoy, una calidad excepcional.

Vegetación

En el entorno de Ferreries existen amplias zonas de encinar (*Ciclamini-Quercetum ilicis*) que, aunque están presentes fundamentalmente en la costa sur entre Cala Galdana y Trebalúger, también se encuentran en los barrancos del entorno de Ferreries y en la zona próxima a la montaña de Santa Águeda al norte de la ciudad. Igualmente prolifera el acebuchal (*Prasio-Oleetum*) en la zona sur, en las partes más secas de los barrancos y, de forma más fragmentada, en el resto del territorio no dedicado a cultivos o pastos.

El matorral de aladierno (*Rhamnus alaternus*) se concentra mayoritariamente en las zonas más expuestas a la tramuntana y marca la transición del acebuchal. Como degradación del encinar y el acebuchal aparece el brezal o la garriga, de romero y brezo ampliamente representados en el mediodía de Ferreries.

De forma más concreta, en el tramo 1 la vegetación afectada es mayoritariamente de tipo ruderal complementada por algunos ejemplares de lentisco (*Pistacia lentiscus*), esparraguera de sombra (*Asparagus acutifolius*), zarza (*Rubus ulmifolius*), pino carrasco (*Pinus halepensis*), algunos ejemplares de encina de pequeño tamaño (*Quercus ilex*) y acebuche (*Olea europaea var. sylvestris*). En el terraplén de la carretera Me-1 se pueden encontrar ejem-

plares de falso aladierno menorquín (*Phillyrea media spp. rodriguezii*), así como carrizo (*Ampelodesma mauritanica*) en la zona de Biniatrum.

Ya en el tramo 2, en la zona previa al túnel dominan los terrenos de cultivo con manchas aisladas de vegetación silvestre a base de acebuche, lentisco y aladierno. A la salida del túnel en dirección Maó la vegetación está más intrincada y está compuesta por zarzas, abundantes ejemplares de encina, aladierno y acebuche. Seguidamente, los terrenos de cultivo se intercalan con machas de vegetación propias de la maquia o garriga, con las mismas especies ya mencionadas. Por último, en la zona del semientlace de Maó destacan manchas densas de encinar.

Fauna

El grado de antropización del entorno del proyecto condiciona la fauna presente en la zona, que corresponde mayoritariamente a la propia de espacios abiertos, terrenos de cultivo y pastos, con la singularidad de los muros de piedra seca que albergan especies muy características.

Destacan por su importancia los insectos que en la vegetación ruderal ocupan todos los nichos ecológicos. Otros grupos característicos son los moluscos terrestres destacando *Otala punctata*, *Helix aspersa* y *Eobania vermiculata* y los caracoles de los géneros *Theba* y *Helicella*. También hay arácnidos, anélidos y miriápodos, entre otros.

La fauna dominante en las manchas de vegetación arbustiva y vegetación asociada a los muros de pared seca son las aves paseriformes: papamoscas (*Muscicapa striata*), alcaudón común (*Lanius senator*), curruca (*Sylvia spp.*), jilguero (*Carduelis carduelis*), verderón (*Carduelis chloris*), vitrac (*Saxicola torquata*) y mosquitero (*Phylloscopus spp.*).

También es posible encontrar rata común (*Rattus rattus*), ratón de campo (*Mus musculus*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*), lirón careto (*Elyomis quercinus*), erizo de tierra (*Atherix algerius*) y algún que otro mustélido (*Mustela nivalis*).

En el entorno de las paredes de piedra seca se han observado ejemplares de lagartija (*Podarcis sicula*), salamanguera común (*Tarentola mauritanica*) y salamanguera rosada (*Hemidactylus turcicus*). También se pueden encontrar culebra de cogulla (*Macroprotodon cucullatus*), culebra de escalera (*Elaphe scalaris*) y tortuga mediterránea (*Testudo hermanni*).



**Caracol junto a un muro de pared
seca y tortuga mediterránea
(*Testudo hermanni*)**

Respecto a esta última, en Menorca se encuentran poblaciones tanto en la zona del Migjorn como en la zona de Tramuntana, siendo más frecuente su presencia en los campos de cultivos abandonados o en las zonas de pastura en donde se practica una ganadería extensiva; también se encuentra en los bosques de encinas abiertos, maquias más o menos abiertas y zonas dunares con vegetación. Su presencia está confirmada en la zona del túnel.

Recursos hídricos

El proyecto cruza dos cauces de cierta entidad aunque sin presencia constante de agua (torrente de Son Granot y el de s’Estancia de’n Marí) y otros de menor entidad.

Planeamiento urbanístico

El trazado de la variante comienza sobre terrenos llanos destinados a cultivos y que urbanísticamente responden a la categoría de Área de interés agrícola. El resto del trazado transcurre por terreno rústico, parte sobre suelo rústico de transición no protegido y parte por la ANEI (Área Natural de Especial Interés) núm. 17 ‘Santa Águeda-s’Enclusa’, donde se ubica el túnel proyectado. El proyecto afecta por tanto a suelo rústico de transición (28 %), suelo rústico de interés agrícola (28 %) y la ANEI nº 17 (44 %). No afecta en ningún caso al entorno urbano ni a las posibles áreas de desarrollo urbanístico.

Patrimonio histórico-artístico

Según un informe del Consejo Insular de Menorca, la variante no afectaba a ningún elemento patrimonial o de interés arqueológico conocido. Sin embargo, se vieron afectadas por el trazado dos construcciones tradiciona-



Bouer de Sant Patrici

les de uso agrícola (bouers) con cierto valor etnográfico y que se decidió conservar, tal y como se explica más adelante.

Red de caminos rurales existentes

La red de caminos rurales se veía afectada en varios puntos del trazado. Entre otros destacan el Camí de l’Hort de Sant Patrici, el camino situado en el p.k. 1 +950, el Camí de s’Enclusa y los de Son Most. Para todos ellos se han previsto soluciones que garantizan la permeabilidad de la traza.

Existe, asimismo, una red de rutas ciclistas que cruzan el trazado y a las que también se ha dado continuidad

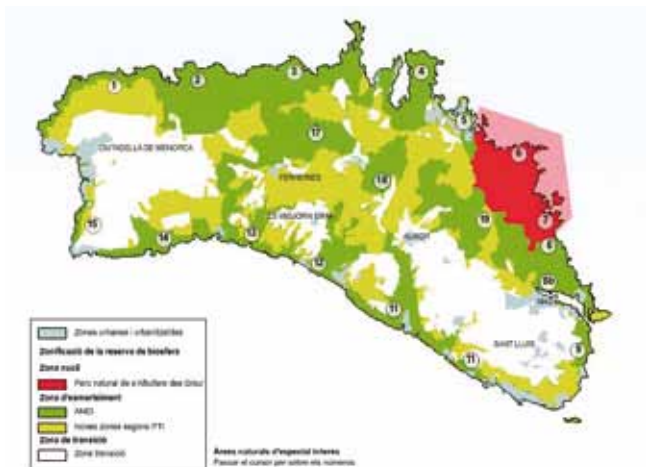
tanto en la rotonda de Cala Galdana como en el enlace de Sant Patrici. Se trata de las rutas Ciutadella-Ferrerries y Ferrerries-es Mercadal.

Espacios protegidos

- Reserva de la Biosfera

La declaración de Menorca como Reserva de Biosfera se basó en la necesidad de conservar la gran diversidad de sistemas naturales que coexisten en una isla tan pequeña, la riqueza de especies endémicas que aloja, un paisaje rural bien conservado e integrado en el entorno y un patrimonio cultural importante. Dicha declaración implica, entre otras cosas, la zonificación del territorio en tres sectores bien diferenciados que permite llevar a cabo una gestión específica para cada uno de ellos en función de los valores que acojan.

- Zona núcleo, en la que es primordial la conservación de los valores naturales, ecosistemas y especies.
- Zona tampón, en las que son compatibles la utilización del territorio con la conservación de los atributos naturales y culturales más significativos. Coincide con las Áreas Naturales de Especial Interés (ANEI), con los encinares protegidos y con otros elementos de protección establecidos por el Plan Territorial Insular.
- Zona de transición, que comprenden los espacios más transformados y de menor interés de conservación.



La zonificación de la Reserva de la Biosfera de Menorca

La variante de Ferrerries se desarrolla en el entorno de una de las 17 Áreas Naturales de Especial Interés (ANEIs) que conforman las zonas tampón: ANEI Santa Àgueda y s'Enclusa (Me-17).

- Red Natura 2000

Dos Lugares de Interés Comunitario limitan con el trazado de la variante de Ferrerries:

1. ES0000239 De Binigaus a Cala Mitjana (LIC y ZEPA): situado al sur del tramo 1 de la variante y limitando con éste, incluye los barrancos de Binigaus, Trebalúger y Algendar, formados al erosionarse la plataforma de sedimentos cal cáreos del Mioceno que forma la mitad Sur de Menorca.
2. ES5310116 Basses temporals mediterrànies. Biniatrum (LIC): de reciente designación, incluye los “Estany de Biniatrum”, situados también al sur del tramo 1 de la variante, junto al camí d’Algendar. Se trata de un grupo formado por tres cuencas de inundación que se disponen a lo largo de una falla en la parte superior de una colina y formadas sobre materiales silíceos del Triásico.

Dictamen de la Comisión Balear de Medio Ambiente

El proyecto y las obras de la variante estaban sometidos al Dictamen de la Comisión Balear de Medio Ambiente de 5 de noviembre de 2004.

Así, en el diseño de la variante y de acuerdo con el punto 1 de dicho Dictamen, se tuvo en cuenta el informe favorable



Rotonda de Cala Galdana y tramo 1 en el límite de Red Natura



Ramal 1 del enlace de Sant Patrici

de la D.G. de Recursos Hídricos en relación al drenaje de la nueva carretera.

El proyecto incorporaba las medidas establecidas en el EIA y en su correspondiente PVA, adoptándose además todas las medidas adicionales que fueron necesarias a lo largo de la ejecución de la obra, tal y como se solicita en el punto 2 del Dictamen.

En cumplimiento del punto 3 del Dictamen, se rediseñó el trazado de la variante y en especial el enlace de Cala Galdana para reducir su impacto paisajístico. En general, se ha mejorado el balance de tierras de la solución de partida, lo que ha minimizado las necesidades de préstamo y vertedero.

Para cumplir el punto 4, 5 y 9 del Dictamen, el proyecto ha considerado la reposición de todos los accesos a fincas, caminos vecinales, así como la reposición de los muros de piedra seca y la red de acequias existente.

Asimismo, se completaron todos los estudios geotécnicos y geológicos necesarios para la excavación del túnel. También se realizaron los estudios de ruido pertinentes con el fin de analizar el impacto acústico de la variante sobre el núcleo de Son Blanc, si bien los cambios en alzado y la ejecución de motas de tierra han hecho innecesaria la ejecución de barreras acústicas a la salida este del túnel.

Medidas de protección ambiental

La variante de Ferreries fue objeto de un concurso de proyecto y obra, lo que ha posibilitado desarrollar solu-



Riego antipolvo



Generación de ruido y polvo

ciones más adaptadas a la realidad de la obra y del propio entorno. Además, el seguimiento de la implantación de las medidas ambientales fue llevado a cabo por el mismo equipo de profesionales de la Dirección Técnica de Ferroviaria Agromán que redactó el proyecto.

Protección de la atmósfera y control del ruido

La naturaleza limo-arcillosa de los suelos por los que discurre la Variante hacía imprescindible adoptar una serie de medidas de protección frente al polvo, máxime teniendo en cuenta que los días de fuertes vientos en la isla de Menorca son frecuentes. Por éste y otros motivos (ruido, seguridad), la velocidad de circulación de vehículos y maquinaria estaba limitada a 20 km/h en las zonas no asfaltadas.

Por otra parte, se diseñó un plan de riegos antipolvo mediante cubas, adaptándose la frecuencia de riegos a las condiciones meteorológicas de cada momento. Se estableció incluso como medida correctora el riego de la vegetación arbórea presente en el entorno de las obras cuando se observaba una deposición excesiva de polvo sobre las hojas. Los acopios temporales de tierras procedentes de la excavación de la traza se ubicaron en puntos estratégicos de modo que actuaran como pantallas



Balizamiento de obra con malla naranja

acústicas temporales en las zonas más próximas al núcleo urbano de Ferreries (emboquille este del túnel y entorno de la rotonda de Sant Patrici). No se realizaron trabajos nocturnos ni fueron necesarias voladuras, ya que el túnel se ejecutó por el método de avance y destroza.

Protección de la vegetación existente

Todas las zonas afectadas por las obras han estado permanentemente balizadas mediante malla naranja, reponiéndose cuando era necesario. La vigilancia de esta medida ha sido especialmente estricta en las zonas boscosas y espacios protegidos, tal y como establecía el Plan de Prevención de Incendios Forestales incluido en el Proyecto de Construcción. En las zonas con presencia de ganado, la malla plástica naranja era sustituida por un vallado metálico que impidiera el acceso de animales a la zona de obras.

Antes del desbroce se identificaron todas las encinas y acebuches susceptibles de ser trasplantados (aproximadamente unos 400 ejemplares). El destino de los trasplantes ha sido tanto la propia obra (rotonda de Cala Galdana) como otras obras de la isla (acceso a Sant Lluís a través de la Me-8) dada la imposibilidad de ejecutar todos los trasplantes dentro de los límites de la propia obra. Durante el verano y otoño de 2010 se procedió a la recolección de semillas de especies arbustivas y arbóreas presentes en el entorno de la traza y que serían reproducidas en vivero de cara al proyecto de revegetación, tal y como se explica posteriormente.



Acopio señalizado de tierra vegetal

Protección del suelo

Tras el desbroce se procedió a la retirada del horizonte edáfico, acopiándose la tierra vegetal en cordones a lo largo del trazado. El banco de semillas de la tierra vegetal permitió la rápida revegetación de los acopios, minimizando las pérdidas de suelo fértil por procesos erosivos. Se ha prestado especial atención durante toda la obra al mantenimiento de la señalización de los acopios de tierra vegetal. No ha sido necesaria la apertura de préstamos ni de vertederos específicos para la obra. Todo el material procedente de la excavación, incluido el del túnel, ha sido reutilizado en la propia obra. Se utilizó una planta de machaqueo para la obtención de árido a partir del material excavado. También se reutilizó el firme de los tramos de carretera que quedaron fuera de servicio mediante su tratamiento en una planta de machaqueo móvil.

Protección del medio hídrico

Se han ejecutado todas las obras de drenaje transversal necesarias para garantizar la continuidad de los cauces interceptados por el trazado. Algunas de estas obras de drenaje permiten igualmente dar continuidad a varios caminos agrícolas, realizando las adaptaciones pertinentes. Todas ellas, a su vez, mejoran la permeabilidad faunística de la variante.

Durante la fase de obras se ejecutaron obras de drenaje temporal mediante tubos de polietileno, así como zanjas de drenaje que evitaron que se inundaran los terrenos de cultivo adyacentes a las obras. Este fue un aspecto crítico de la vigilancia ambiental a consecuencia de las intensas



Drenaje temporal



Batida (julio 2010)



Válvulas de escape para fauna de pequeño tamaño

lluvias que se registraron en el periodo 2010/11. Se instaló una fosa séptica en la zona de instalaciones auxiliares del túnel, en tanto que las aguas residuales de las oficinas de obra eran vertidas directamente a la red de saneamiento de Ferreries.

Protección de la fauna

La protección de la fauna ha sido uno de los aspectos más interesantes en la protección ambiental de las obras de la Variante de Ferreries. Se redactó un procedimiento de trabajo específico para la protección de la tortuga mediterránea (*Testudo hermanni*). Siguiendo dicho procedimiento, se realizaron dos batidas en verano de 2010 con el objetivo de localizar y capturar ejemplares de esta especie y trasladarlos fuera de la zona de obra, a unas áreas acordadas previamente con el Consell Insular de Menorca. Aunque durante las batidas no se encontró ninguna tortuga, si fueron localizados dos ejemplares en la zona del túnel durante los trabajos de topografía y podas previas. Estas tortugas se capturaron y liberaron según lo establecido en el procedimiento redactado al efecto.

El cerramiento de la variante, ejecutado en muros de pared seca, incorpora válvulas de escape (120 unidades), algunas con rampas (2 unidades), para animales de pequeño tamaño.

Protección del patrimonio arqueológico y etnográfico

Tal y como establecía el EIA y el Dictamen de la Comisión Balear de Medio Ambiente, se llevó a cabo el seguimiento arqueológico de los movimientos de tierras, emitiéndose un informe mensual con los resultados de los estudios realizados.



Bouer reconstruido con un CT en su interior

Se balizaron y señalizaron con carteles específicos todas las zonas sensibles según la carta arqueológica, si bien no se encontró ningún material significativo o estructura arqueológica reseñable.

Por el contrario, sí ha habido actuaciones sobre el patrimonio etnográfico. En concreto, el trazado afectaba de lleno a dos construcciones agrícolas típicas de Menorca. Se trataba de dos bouers localizados en el entorno de las rotondas de Cala Galdana y Sant Patrici. Desde un principio se planteó la posibilidad de conservar dichas estructuras con el fin de integrarlas dentro de las obras de la variante. Para ello se procedió a su desmontaje piedra a piedra y conservación en condiciones adecuadas hasta la práctica finalización de las obras.

Los dos bouers fueron finalmente reconstruidos, uno junto a la boca oeste del túnel y otro junto a la rotonda de Cala Galdana. Además, su reconstrucción se ha realizado de tal forma que ha sido posible ubicar en su interior dos centros de transformación eléctrica, que en condiciones normales, son estructuras de difícil integración en el paisaje.

Revegetación y control de la erosión

Control de la erosión y revegetación son dos conceptos íntimamente ligados y ya desde la fase de proyecto estaban completamente integrados. Inicialmente se plantearon soluciones de protección frente a la erosión en base a mantas orgánicas y redes tridimensionales, si bien después, a raíz del tipo de materiales encontrados y de la tipología de los taludes, fue necesario rediseñar los tratamientos de revegetación en desmontes.



Desmonte tratado con hidromanta

Igualmente, el programa de plantaciones fue revisado en su totalidad, adecuando tanto las especies previstas inicialmente como su tamaño. En este sentido, fue crucial la colaboración con los técnicos de Medi Ambient del Consell Insular de Menorca.

Como ya se ha dicho, al final del verano y principios del otoño de 2010 se llevó a cabo la recolección de semillas de especies arbóreas y arbustivas que serían utilizadas posteriormente en la revegetación de las obras. La producción de la planta se llevó a cabo en el vivero que el GOB (Grup Balear d'Ornitologia i Defensa de la Naturalesa) tiene junto al aeropuerto de Menorca y se realizó siguiendo técnicas de agricultura ecológica. De hecho, la mayor parte de la producción está certificada como tal. Se trata de una iniciativa pionera en este sentido, ya que, además, los beneficios obtenidos por el GOB se destinan a proyectos de protección de la biodiversidad de Menorca. La planta que no se obtuvo a partir de semillas se produjo con esquejes procedentes en su mayor parte del entorno inmediato a las obra.

En total se plantaron 7.700 arbustos y casi 3.200 árboles, incluidas especies propias de ribera que se plantaron en el cauce que cruza la rotonda de Sant Patrici. También se trasplantaron diversos pies de encina al interior de la rotonda de Cala Galdana, ya que la mayor parte de los ejemplares fueron trasplantados a las obras de la carretera que da acceso a Sant Lluís a través de la Me-8.

Respecto a las hidrosiembras, se empleó una mezcla de semillas acordada igualmente con la Dirección de Obra y los técnicos del Consell Insular de Menorca. La mezcla



Plantaciones sobre mota paisajística



Construcción muro de pared seca

incluía desde especies de desarrollo rápido (*Lolium rigidum*) a especies características de la isla (*Piptatherum miliaceum*, *Hedysarum coronarium*).

El mix de semillas fue proyectado en todos los taludes con independencia de su orientación, si bien en el caso de los desmontes y en los emboquillados de los túneles, la hidrosiembra incorporaba un mulch hidráulico (hidromanta), que proporciona una protección adicional frente a la erosión.

Las densidades y marcos de plantación se establecieron teniendo en cuenta la vegetación existente en el entorno inmediato de la obra, de modo que se diera continuidad a los hábitats interceptados por la traza.

Protección del paisaje

Sin lugar a dudas, la protección del paisaje ha sido el mayor condicionante y a su vez el mayor reto del proyecto y de las obras de la variante. En la fase de diseño se adaptó el trazado longitudinal y en planta al relieve de la zona, minimizando los movimientos de tierra. De hecho no ha sido necesario recurrir a material de préstamo ni a vertederos de tierras. También se hizo hincapié en el diseño del enlace de Cala Galdana, así como a la tipología de estructuras, fundamentalmente el viaducto de Sant Patrici, el puente del p.k. 0+700 del tramo 2 y la pérgola del semienlace de Mahón, que presenta aligeramientos curvos tanto en planta como en alzado.

Todo el cerramiento de la variante se ha ejecutado mediante muros de pared seca que dan continuidad a los

existentes. En total, se han ejecutado más de 9.200 metros de pared seca. Además, los accesos a las parcelas se han cerrado mediante barreras artesanales de acebuche típicas de la isla.

El cerramiento incorpora válvulas de escape para fauna de pequeño tamaño ejecutadas también en piedra seca.

Las aletas y salidas de las obras de drenaje se han forrado con piedra seca. Esta medida también se ha aplicado en los cauces y reposiciones de caminos que cruzan las rotondas de Cala Galdana y Sant Patrici, así como en las bajantes de mayor tamaño de algunos desmontes.

La integración de los emboquillados de los túneles fue otro aspecto al que se prestó especial atención. El relleno sobre los falsos túneles se realizó mediante la ejecución de muros de pared seca, restituyendo y dando continuidad a las terrazas existentes antes de las obras. El trabajo de integración se completó con un programa específico de plantaciones.

Se restituyeron los tramos de carretera fuera de uso, mediante la rotura y retirada del firme existente, extendido de tierra vegetal, hidrosiembra y plantaciones. El firme de estos tramos fue reutilizado en la propia obra, al igual que el material procedente de la excavación del túnel.

Se diseñaron tratamientos específicos de revegetación para las rotondas, isletas y motas paisajísticas existentes en el tramo 2. Estas motas, además de apantallamiento visual actúan como barreras acústicas fonoabsorbentes. Como ya se ha dicho, el diseño de los marcos de plan-



Emboquillados del túnel antes y después de la restitución topográfica

tación se hizo teniendo en cuenta las manchas de vegetación colindantes con el trazado. En el caso de los desmontes, las plantaciones se realizaron en las colas y en coronación, adosadas a los muros de pared seca.

Mantenimiento de la permeabilidad

La permeabilidad transversal de la infraestructura se ha garantizado mediante obras de fábrica (marcos de hormigón armado) y obras de drenaje transversal adaptadas al paso de animales y vehículos agrícolas.

Asimismo, se ha dado continuidad a los caminos peatonales y de vehículos no motorizados (rutas ciclistas) en los enlaces, incorporando tratamientos específicos de integración paisajística (recubrimientos con piedra seca y plantaciones).

Movilidad y servicios afectados

Durante la ejecución de las obras se han señalado claramente todos los desvíos temporales de tráfico.

En estas zonas, además, se realizaban barridos periódicos de la calzada, por razones de seguridad vial y para evitar un aumento en los niveles de polvo en suspensión.

Se han soterrado más de 2,5 km de líneas aéreas de comunicaciones y reubicando apoyos de líneas eléctricas de media tensión.

Gestión de residuos

Tal y como establecía el Plan de Gestión de Residuos, se estableció un punto limpio central junto a las oficinas



Encauzamiento de un torrente y reposición de una vía ciclista en Sant Patrici

de la obra situadas en el Polígono Industrial de Ferreries. Dicho punto limpio incorporaba un área específica para residuos peligrosos, techada y con solera de hormigón, así como contenedores para metales, plásticos y maderas. Se instaló otro punto limpio temporal junto a las instalaciones auxiliares del túnel. Es de destacar la gestión específica de las placas de fibrocemento de varias edificaciones afectadas por las obras en la zona de Son Blanc.

Se instaló una fosa séptica en la zona de instalaciones auxiliares del túnel, mientras que las oficinas centrales estaban conectadas directamente a la red de saneamiento municipal.

A lo largo de la obra se ejecutaron tantos puntos de limpieza de canaletas de cubas de hormigonera como fueron necesarios. También se distribuyeron por toda la obra



Punto de limpieza de canaletas



Tratamiento paisajístico del paso inferior de
Cala Galdana

contenedores de madera y plástico, según las necesidades de cada momento.

Los vertidos accidentales (hormigón y aceites, fundamentalmente) fueron gestionados adecuadamente, si bien en algunos casos fue necesario abrir 'no conformidades' en el sistema de gestión ambiental. En cualquier caso, no se produjo ningún vertido significativo, ni al suelo ni al agua.

Gestión ambiental en obra

Antes del inicio de las obras se redactó el Plan de Gestión Ambiental (PGA) en el que se definían las normas, procedimientos y controles operacionales que en materia ambiental regirían durante toda la fase de construcción. El PGA desarrollaba y especificaba el contenido de las labores de seguimiento y control del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) del proyecto sobre la base metodológica del Sistema de Gestión Medioambiental (SIGMA) implan-

tado en Ferrovial-Agromán conforme a norma ISO 14001. Mensualmente se redactaba un informe de seguimiento ambiental en el que se recogían todos los aspectos significativos que hubieran tenido lugar durante el mes en curso. Se han elaborado un total de 23 informes.

Información y formación ambiental al personal de obra

La señalización ambiental de las obras se ha llevado a cabo mediante paneles y carteles específicos. La señalización era revisada periódicamente, reponiéndose cuando era necesario, al igual que el balizamiento de toda la zona de obras.

Por otra parte, se han impartido cursos de formación ambiental a todo el personal de obra. Por lo que respecta a la formación del personal subcontratista, a cada subcontrata se le hizo entrega del 'Manual de Información sobre comportamiento ambiental en obra para Subcontratistas'. **ROP**

