

Premio Acueducto de Segovia 2007

Uno de los pilares en los que se sustenta la sociedad democrática es el colectivo de los Colegios Profesionales que, aunque independientes del Estado, actúan como autoadministraciones públicas creadas por Ley y correspondiéndoles, entre otras funciones, la de colaborar con las otras instituciones estatales, autonómicas y locales, para defender los derechos de los ciudadanos. Por ello, este Colegio actúa en pos del interés público junto a dichas instituciones, ayudando a optimizar las actuaciones de planificación, proyección y ejecución de obras de ingeniería civil que realizan los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; siendo el "Premio Acueducto de Segovia" una de las múltiples acciones realizadas en este sentido.

En consecuencia, nuestro Colegio actúa, asimismo, como "conciencia profesional" del ingeniero de Caminos para la defensa de la sociedad y por ello, aboga para que la participación de éstos sea determinante en el desarrollo humano dentro de la sostenibilidad ambiental, potenciando las ideas basadas en la cooperación y solidaridad. Para ello, entre otras cosas, hay que reducir las disfunciones ambientales, sociales y económicas, favoreciendo a la vez el intercambio y disminuyendo el consumo de recursos naturales.

Por otra parte, las obras civiles son símbolos territoriales y urbanos que deben ser concebidas conjugando racionalidad, utilidad y belleza, enfocadas hacia una sostenibilidad responsable. Toda obra pública ha de sustentarse sobre factores naturales, sociales, económicos y técnicos que interpretados de forma armónica favorezcan la sostenibilidad.

En los tres proyectos seleccionados queda clara la simpatía entre la tecnología, la funcionalidad y el respeto al enclave natural en el que se asientan las infraestructuras; todo ello, basado en medidas preventivas en la fase de proyecto y en medidas correctoras y compensatorias durante el proceso constructivo, dando la respuesta adecuada a las bases del concurso al destacar las consideraciones ambientales en la ingeniería civil como elemento fundamental de su concepción y ejecución.

Hay que resaltar que en todos los trabajos presentados se ha contemplado la sostenibilidad, en su acepción más global, al considerar la totalidad de problemas interconectados a los que hay que hacer frente en cada actuación, conjugando adecuadamente desarrollo y medio ambiente.

En la Presa del Arenoso queda patente que el agua es el elemento indispensable para una vida sostenible, que debe producir el bienestar social necesario a través del abastecimiento y de su uso agrícola, además de ser una fuente de riqueza y uno de los elementos clave para el progreso del hombre.

También el Viaducto del Arroyo del Valle como símbolo e instrumento de comunicación entre seres humanos une a su importancia funcional, como parte imprescindible de la nueva línea ferroviaria que atraviesa la barrera del Guadarrama, su elegancia estructural y el respeto al Valle, sin apenas impacto visual.

En la Radial 4 de Madrid, además de su importancia técnica y su colaboración para la ordenación territorial, se destacan las excelentes soluciones dadas a las afecciones naturales, propuestas con la estrecha colaboración de entidades científicas para la protección de valores ambientales y culturales fundamentales.

En este caso (Radial 4) hay que resaltar que Madrid, con un crecimiento por periferia expansiva y repleta de "no lugares" (hallazgo semántico de Marc Augé), precisa inevitablemente de actuaciones como ésta para tratar de reencontrar esa ciudad que se dispersa más allá de la metrópoli como una ciudad-región, sin límites claros, que sólo puede ser controlada con estas infraestructuras (potentes) de transporte que traten de dominarla, facilitando la accesibilidad a pesar de su tamaño.

En otro orden de cosas, la Ingeniería de Caminos, al igual que otras ingenierías, ha de proponerse la tarea –ardua, por supuesto– de que en las actuaciones que proyectan los colegiados figure el autor o autores de forma patente tal como ocurre con otras profesiones; para ello, el Colegio abogará porque en las obras singulares diseñadas por colegiados identificables como actores esenciales en el proceso, los nombres de éstos figuren de forma expresa en los diplomas que se otorguen en un futuro, al mismo tiempo que también tratará de influir ante las administraciones públicas, en la medida de sus posibilidades, para que esta iniciativa trascienda a otros ámbitos institucionales (placas conmemorativas, reseñas oficiales, etc...).

No quiero concluir estas breves palabras sin agradecer al Jurado el difícil trabajo de estudio y selección llevado a cabo para proponer las tres actuaciones que mejor responden al objeto del Premio –contemplado en las bases– y sobre todo expresar mi reconocimiento a los candidatos que con un claro esfuerzo han hecho unas presentaciones muy cuidadas y meritorias, dificultando la decisión final, al mismo tiempo que animo a todos (administraciones y promotores, proyectistas y constructores) para que la concurrencia aumente en próximas ediciones.

Edelmiro Rúa Álvarez
Presidente del Colegio de Ingenieros
de Caminos, Canales y Puertos



Tercera edición de los Premios Acueducto de Segovia

El pasado día 19 de Noviembre de 2007, el Jurado encargado de otorgar el **Premio Acueducto de Segovia** (Tercera Edición) organizado por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos acordó por unanimidad conceder el Premio a la obra denominada **Radial 4 - M50 de Madrid (España)** presentado por Ferrovial-Agromán por los siguientes motivos:

- Por su importancia tecnológica y funcional, que se une a las excelentes soluciones planteadas a los riesgos de afecciones a zonas naturales.
- Por haberse planteado varios cambios de trazado para la protección de valores naturales y culturales, habiéndose propuesto y ejecutado medidas preventivas y correctoras adecuadas de los impactos ambientales.
- Por haberse aplicado medidas compensatorias y en concreto, la firma de cinco convenios científicos para la investigación y protección de valores ambientales y culturales de importancia.

Ha sido el Promotor de dicha obra el Ministerio de Fomento; la Empresa Concesionaria, Autopista Madrid-Sur, el Projectista la Dirección Técnica de Ferrovial-Agromán y el Constructor Ferrovial-Agromán.

Asimismo el Jurado acordó otorgar una **mención** a las dos obras finalistas siguientes:

- **Presa del Arenoso**, presentada por Dragados S.A. promovida por el Ministerio de Medio Ambiente (Aguas de la Cuenca del Guadalquivir), siendo el Autor del Proyecto. D. Manuel González Sereno, el Director de la Obra. D. Francisco Romeo Alcón, y la Asistencia Técnica de Técnicas Teunidas-Pycsa.

Ha considerado el Jurado que el Proyecto y Obra de la Presa del Embalse de El Arenoso ha cuidado el medio ambiente con especial calidad en todos los aspectos que condicionaban su ejecución, no sólo en la zona de la Presa, si no en todo el contorno afectado por sus obras complementarias.

- **Viaducto del Arroyo del Valle**. Tramo Soto del Real-Miraflores de la Sierra, presentado por ADIF, promovida por la misma Sociedad, siendo la Consultora del Proyecto y Control de Obra Inocsa, la Consultora encargada de la Coordinación Ineco, y la Constructora la U.T.E., Soto del Real, constituida por Azvi y Puentes y Calzadas Empresa Constructora.

El Jurado ha considerado que esta obra une a su importancia funcional como parte imprescindible de la nueva línea de comunicación que atraviesa la Sierra de Guadarrama, su elegancia estructural y el respeto al valle que atraviesa y que debido a la tipología estructural elegida, queda prácticamente libre de obstáculos visuales.



Obras presentadas

Se presentaron al Premio un total de 11 obras:

- **Radial 4 – M50 de Madrid. (España)**
Empresa: Ferrovial Agromán
- **Planificación y gestión ambiental para la implantación del desarrollo turístico Mayakoba (Quintana Roo México)**
Empresa: OHL
- **Autovía del Cantábrico.**
Tramo: Variante de Navia. (España)
Empresa: FCC
- **M4 M6 Kinnegad.**
Tramo: Enfield-Kilcock. (Irlanda)
Empresa: Ferrovial Agromán
- **Autopista M-12. (España)**
Empresa: OHL
- **Emisario Submarino para evacuación de sal muera.**
San Pedro del Pinatar (España)
Empresa: Acciona
- **Viaducto del Arroyo del Valle.**
Soto del Real-Miraflores de la Sierra, de la Línea de Alta Velocidad. (España)
Empresa: ADIF
- **Puente de celosía sobre el embalse de Buendía. (España)**
Empresa: Estudio A.I.A.
Arquitectos Ingenieros Asociados.
- **Nuevo puerto de La Estaca en la isla del Hierro. (España)**
Empresa: Acciona
- **Presa de Montearagón. (España)**
Empresa: Acciona
- **Presa del Arenoso. (España)**
Empresa: Dragados, S.A.

Jurado de la tercera Edición

El Jurado, elegido por la Junta de Gobierno del Colegio de Ingenieros de Caminos, estaba integrado por las siguientes personas:

Presidente: Enrique Alarcón Álvarez

Vocales: Pedro Arahetes García
(representado por José Llorente Morales)
Juan Guillamón Álvarez
Santiago Hernández Fernández
Antonio Papell Cerrer.
Florentino Santos García
Francisco Casado Ballesteros (se excusa)
Juan Fco. Lazcano Acedo
(envía su voto por correo)
Antonio Serrano Rodríguez
(envía su voto por correo)

Secretaría: Rosa Arce Ruiz.

El Premio Acueducto de Segovia. Obra Civil y Medio Ambiente en su tercera edición, había sido convocado por el Colegio con el objetivo fundamental de destacar públicamente la importancia que las consideraciones ambientales tienen sobre el proyecto, la ejecución y la explotación de las obras de Ingeniería Civil. Sin ninguna duda estas infraestructuras han transformado la actividad profesional del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en un elemento fundamental para acercar nuestra sociedad al deseable modelo de desarrollo sostenible.

A este Premio, que tiene carácter bienal, podían optar las obras civiles que hubieran finalizado entre el 1 de enero de 2005 y el 31 de diciembre de 2006.

El Premio se otorga conjuntamente a los promotores, proyectistas y construcciones de la obra civil elegida que reciben idéntica distinción.

Como consecuencia del premio, se instalará una placa, de acuerdo con el promotor, en lugar destacado y bien visible de la obra ganadora, en la que se mencione el Premio, el año de concesión y, de forma destacada en cabecera, el escudo y denominación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Incluimos a continuación de la obra premiada y en artículos aparte el resto de las obras presentadas.





Premio Acueducto de Segovia 2007

Radial 4–M50 de Madrid

The Madrid M50 ring-road (Radial 4)

Resumen: La obra denominada Radial 4–M50 promovida por el Ministerio de Fomento es un proyecto concebido en régimen de concesión la cual fue adjudicada a Autopista Madrid Sur, y construida por Ferrovial-Agroman bajo proyecto redactado y dirigido por la Dirección Técnica de Ferrovial Agroman.

El contrato es una concesión a 65 años y fue ejecutado bajo el régimen de diseño y construcción con precio cerrado no revisable. La inversión total es de 570 millones de euros y el trazado atraviesa zonas de gran desarrollo urbanístico, y de fuerte componente ambiental como el Parque Natural de El Regajal y algunos LICs (Lugares de Importancia Comunitaria).

En la construcción se ha prestado especial atención a la afección a especies protegidas por la Directiva Habitats. La longitud total del proyecto ha sido de 94 kms, descompuestos en R4 (M50-Ocaña), 53 km, M50 (tramo común con la M45) 8 km, M50 (N IV-M45) 21 km, M50 (Eje culebro) 8 km y Eje sureste (M50 – M40) 5 km.

Palabras Clave: Radial 4; M50; Medio ambiente; Infraestructuras; Autovía; Acueducto de Segovia

Abstract: The M50 ring-road (Radial 4), promoted by the Ministry of Development, is a project operating under concession awarded to Autopista Madrid Sur and built by Ferrovial Agroman following a design prepared and directed by the Ferrovial Agroman Technical Department. The contract is for a 65-year concession and was constructed under a non-reviewable fixed price design-build system. Total investment amounted to 570 M € and the ring-road had to pass through both built-up areas and protected environmental areas such as the El Regajal Natural Park and certain SCIs (Sites of Community Interest). The construction work has paid particular attention to the potential impact on species protected by the Habitats Directive. The ring-road project extends 94 km and is made up by the 53 km section of the R4 (M50-Ocaña); the 8 km section of the M50 shared with the M45; a 31 km stretch from the N IV to the M45; the 8 km Culebro intersection on the M50; and the 5km southeast intersection between the M50 and M40.

Keywords: Radial 4; M50 ring-road; Environment; Infrastructures; Motorway; Segovia Aqueduct



1. Aspectos ambientales

Dado el carácter del Premio Acueducto de Segovia que focaliza en el medio ambiente su mayor interés resaltamos a continuación algunos de los aspectos medioambientales más relevantes.

1.1. Condicionantes

En el desarrollo del proyecto y desde el punto de vista medioambiental se han producido una serie de condicionantes que han obligado ó bien a cambiar de trazado ó a medidas ambientales específicas. Han sido estos los siguientes:

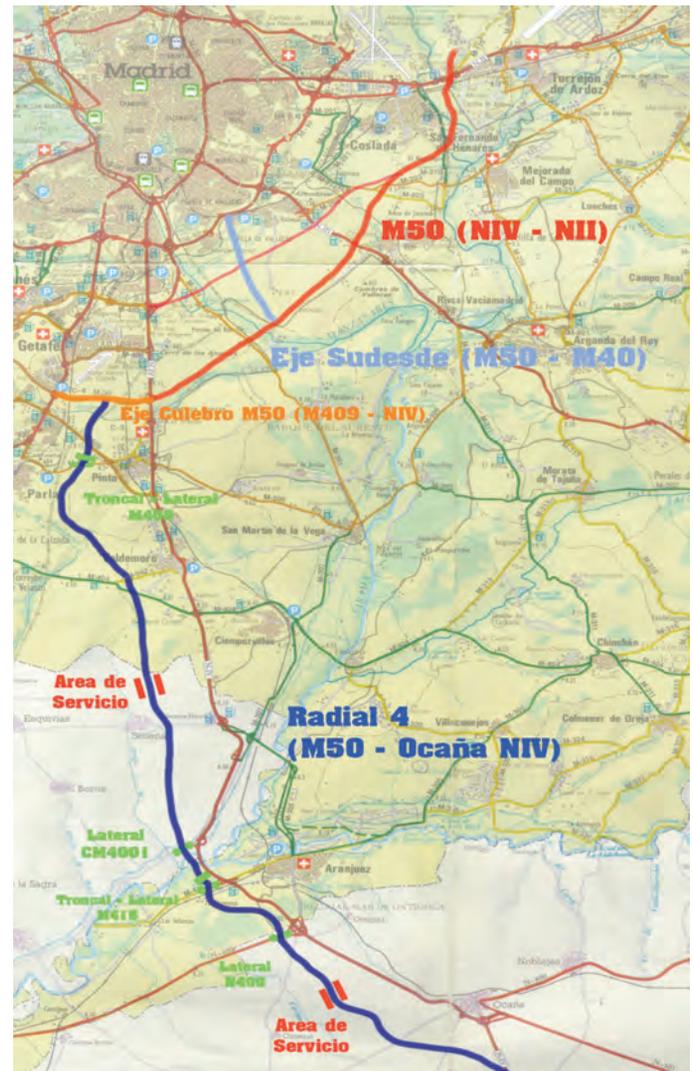
- Atravesamiento de varios espacios designados como LICs, en concreto en la R4 el LIC ES3110006 (que incluye la ZEPA 119, sotos y carrizales de Aranjuez) y el paso cercano al LIC de El Salobral.
- Se atraviesa la Reserva Natural El Regajal Mar de Ontígola muy rica en lepidópteros y en especies como: *Lozana iolas*, *Clepsis laetitia*, *Zerynthia rumina minima*, *Plebejus hespericus*, *Pieris manni*, *Euchloe belemia*.
- Se cruza la vega del Tajo con afecciones agrícolas y paisajísticas y una serie de cuevas yesíferas con vegetación típica gipsícola.
- En ciertas zonas se encuentran restos paleontológicos y arqueológicos como en Cerro Batallones y en Casa Montero y asimismo se cruza la colonia de Cernícalo *Primillia* en Perales del Río.

1.2. Actuaciones realizadas

Las principales actuaciones han sido los cambios de proyecto, la adopción de medios ambientales, así como la firma de diversos convenios científicos.

a) Cambios de proyectos

- Cambio de trazado por Cerro Batallones en El Regajal y Casa Montero.
- Reposición de vías pecuarias.
- Integración del viaducto del río Tajo y aproximación al existente evitando la fragmentación del territorio.
- Recolección de agua en la A-IV y R-4, así como en el área de peaje de la N400.
- Reutilización de materiales con la consiguiente disminución de préstamos y vertederos.



- Uso de iluminación especial en Reserva Natural del Regajal.

b) Medidas ambientales

- Medidas preventivas correctoras como gestión de tierra vegetal, balizamiento, vegetación, pantallas acústicas, etc.
- Medidas compensatorias como la restauración del río Tajo, RN de Regajal: expropiación y restauración de parcelas agrícolas, sustitución de especies exóticas, recogida y tratamiento de aguas de la A-IV, restauración del Arroyo Cantarranas, nidos de murciélagos, etc.
- Medidas adicionales como mantas orgánicas, adecuación de pasos de fauna, cerramiento, transplante de olivos, etc.





Protección paleontológica. Huellas de mastodonte en Casa Montero. M50 de Madrid.

- Riego con agua para que la cal se adhiera al material extendido.
- Paso de rotabator con dosificador de agua para ajustarlo en función de las humedades conseguidas.
- Compactación con pasada doble de rodillo liso.
- Refino con motoniveladora.

3. Consideraciones Ambientales

Las medidas compensatorias definidas en la Declaración de Impacto Ambiental se fundamentan en la afección que produce el paso de la autopista por los Espacios Naturales existentes.

El paso de la autopista por las zonas de mayor valor ambiental (Vega del río Tajo y Reserva Natural de El Regajal-Mar de Ontígola), incluidos dentro de la ZEPA 119 y el LIC 3110006, se produce en la Actuación B, por lo que las medidas definidas se incorporaron al proyecto correspondiente, con el grado de detalle exigido por la D.I.A.

Cabe reseñar que la nomenclatura utilizada al denominar los viales existentes no es la misma que la utilizada en la DIA, pero se ha preferido incorporar la denominación actual, con el objeto de unificar los criterios. Por tanto, hablaremos de la R-4 (autopista objeto de la concesión), A-4 (autovía existente y que discurre paralela a la R-4), y antigua N-IV (carretera de doble calzada que bordea el límite Este del Regajal).

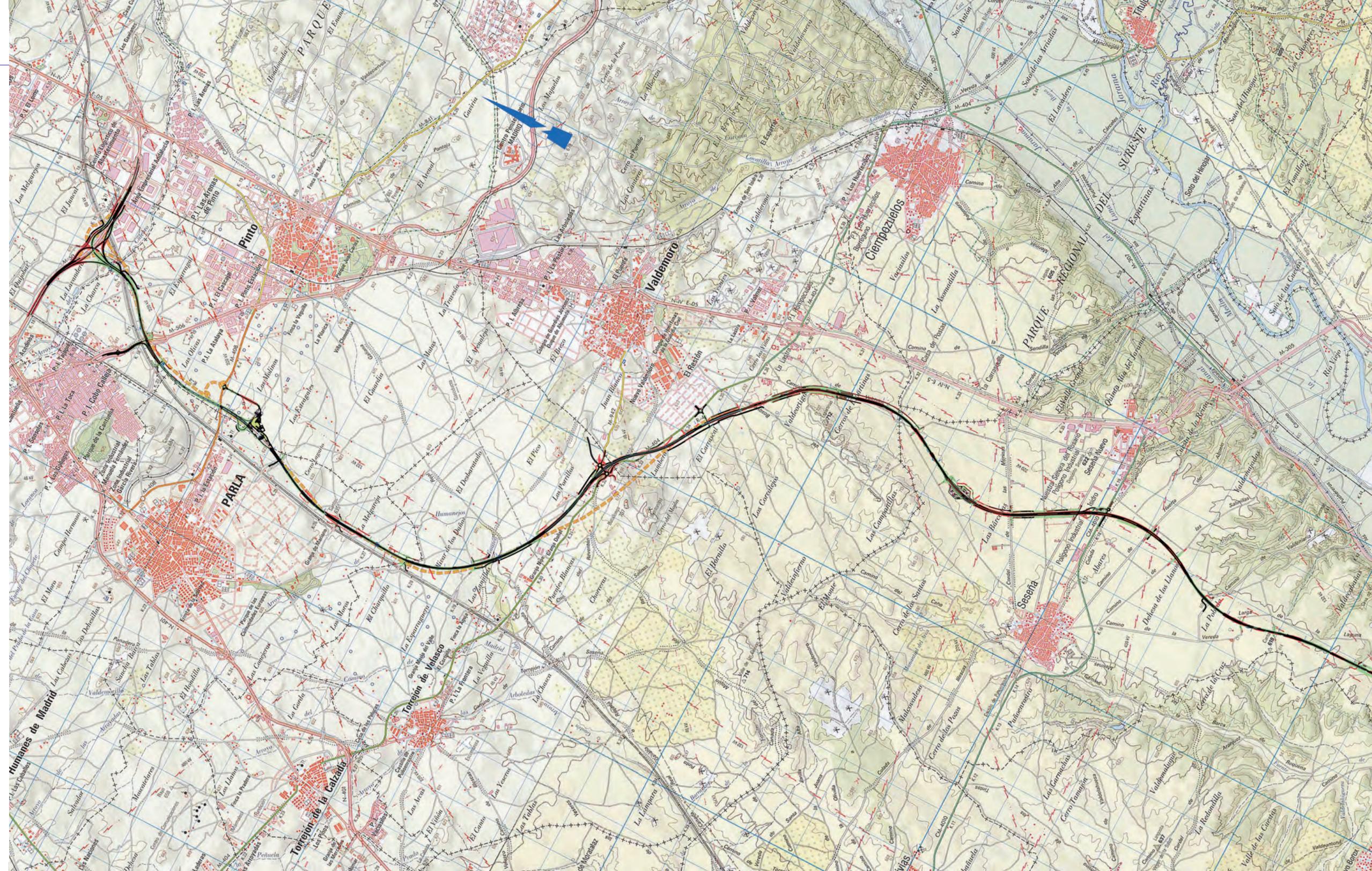
A continuación se realiza una breve reseña sobre el contenido de cada una de las medidas contempladas.

3.1. Medidas compensatorias definidas en la DIA

- Restauración de las riberas del río Tajo.
- Restauración de parcelas en el Regajal (incluyendo la del SEPES.)
- Sustitución de flora exótica en los taludes de la A-4.
- Instalación de refugios para quirópteros.
- Restauración del Arroyo Cantarranas.
- Restauración de canteras abandonadas en El Regajal.
- Corrección del drenaje en la A-4.
- Apantallamiento de la A-4 en El Regajal. Tiene como objeto la minimización del impacto sonoro y lumínico producido por la autovía sobre la Reserva Natural.
- Limpieza, rehabilitación y encauzamiento del Arroyo de las Salinas.
- Convenio con la E.T.S.I. de Montes de Madrid para el desarrollo de estudios y asesoramiento científico en la redacción de los proyectos, la ejecución de la obra y en la concesión.
- Medidas adicionales de carácter ambiental mediante el diseño de actuaciones informativas y formativas con los municipios atravesados por el trazado.

3.2. Medidas compensatorias adicionales

Las medidas adicionales se proponen con el objeto de mejorar la integración de la infraestructura en el medio, buscando una mayor potenciación de los valores naturales significativos de la zona próxima a la que se desarrolla el trazado de la autopista. El diseño de estas medidas se ha realiza-



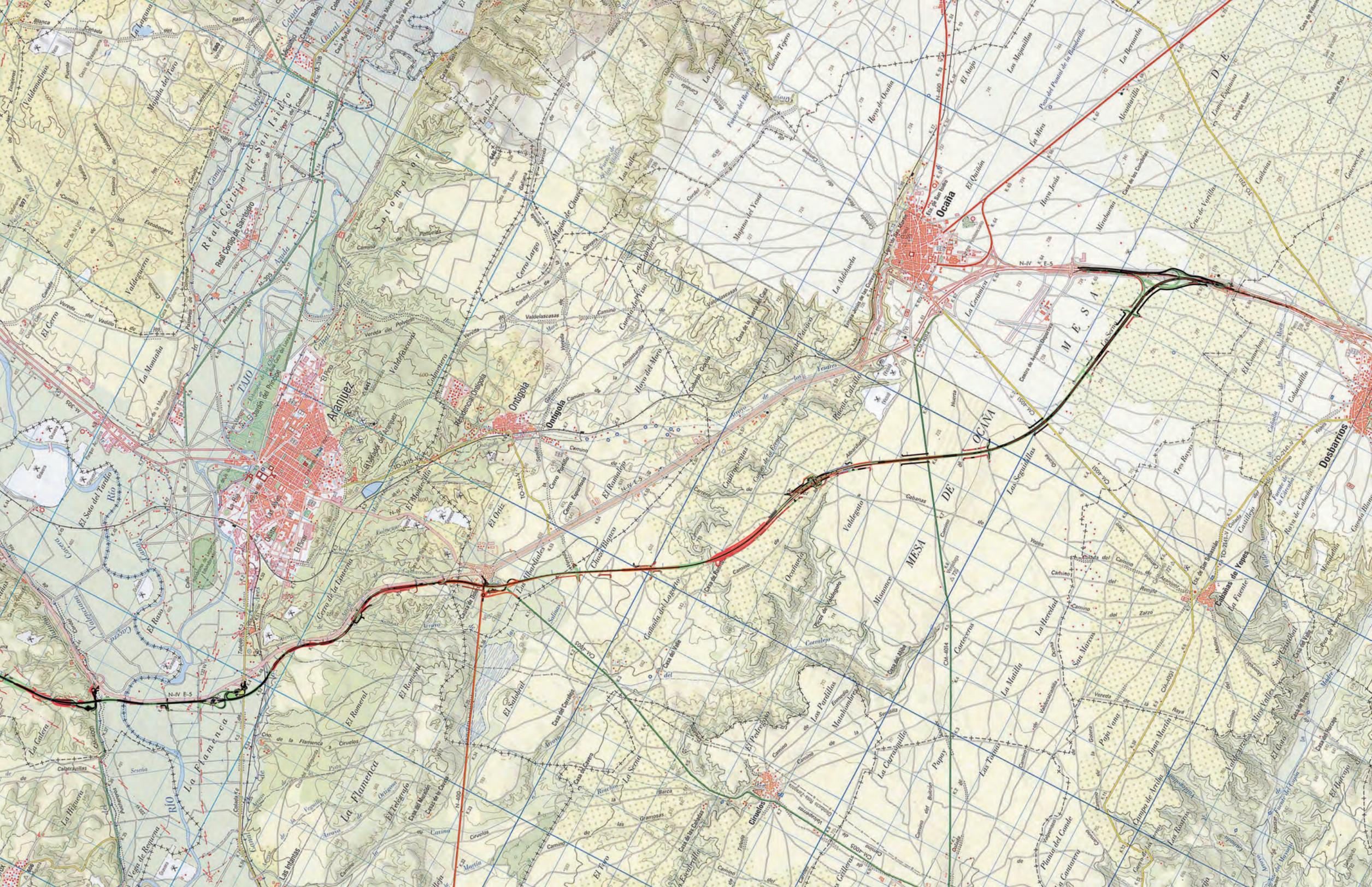


Tabla 1. Principales magnitudes del proyecto

Descripción	Ud.	R4	M50	EJE SE	Total
Desmontes	M3	8.770.000,00	11.088.000,00	6.215.000,00	26.073.000,00
Terraplenes	M3	9.205.000,00	7.283.000,00	2.070.000,00	18.558.000,00
Viaductos	M2	168.600,00	72.895,00	4.369,00	245.864,00
Pasos superiores	M2	24.291,00	67.983,00	5.521,00	97.795,00
Pasos inferiores	M2	14.045,00	24.518,00	13.670,00	52.233,00
Túneles	M		2.536,00		2.536,00
Mezcla Asfáltica	M3	937.000,00	947.100,00	200.000,00	2.084.100,00
Base	M3	143.000,00	113.300,00		282.800,00
Sub-base	M3	260.000,00	275.700,00	58.000,00	593.700,00
Barrera de Seguridad	M	200.000,00	195.200,00	39.500,00	434.700,00

Concepto	Radial 4	M-50 y Ejes	Total
Longitud de tronco	52.917	37.585	90.502
Longitud ramales de enlace	29.918	87.351	117.269
M3 de desmonte	9.086.613	17.827.868	26.914.481
M3 de terraplén	9.459.624	9.518.249	18.977.873
Tn de mezcla asfáltica	1.013.047	1.178.731	2.191.778
Tn de betún	48.110	51.248	99.358
M3 de suelo-cemento	287.985	345.424	633.409
M3 de suelo-seleccionado	1.247.839	1.600.921	2.842.760
Nº de obras de drenaje transversal	75	57	132
Ml de obras de drenaje transversal	4.416	4.371	8.787
Uds de punto de luz	807	6.107	6.914
Nº de viaductos dobles	7	3	10
Ml de viaductos dobles	2 x 5.465	2 x 1.175	2 x 6.640
Nº de viaductos sencillos	6	10	16
Ml de viaductos sencillos	1.141	3.292	4.433
Nº de túneles artificiales de dos tubos		2	2
Ml de túneles artificiales de dos tubos		910	910
Nº de túneles artificiales de un vano		3	3
Ml de túneles artificiales de un vano		716	716
Nº de pasos superiores	30	49	79
Nº de pasos inferiores	27	63	90

c) Firma de convenios científicos

Se han firmado una serie de Convenios Científicos para los próximos años:

- Convenio con la Sociedad Hispano-Lusa Americana de Lepidopterología. Investigación científica durante 4 años, que ha dado como fruto el descubrimiento y clasificación de una nueva especie de mariposa.
- Convenio con GREFA durante 3 años para realizar hacking y recuperar el Cernicalo *Primilla*. El primer año anidaron 5 parejas, el siguiente año 15 y después 30.
- Convenio de 3 años para el seguimiento de SEO de primillas y milano negro.
- Actuaciones del CSIC con plantaciones de encinas en el marco del proyecto TALMED.

- Convenio con el CSIC y Comunidad de Madrid, para el seguimiento e investigación arqueológica del yacimiento de Casa Montero.

2. Aprovechamiento de Materiales (Peñuelas)

Una de las actividades de más importancia en el proyecto, ha sido el aprovechamiento de materiales. Para ello se ha seguido el siguiente tratamiento:

- Extendido del suelo sobre el fondo de excavación previamente regado.
- Extendido del material con bulldozer, con un espesor de 30 cm antes de compactar y toma de humedades.
- Extendido de cal mediante tractor dosificador.





Balsa de decantación de aguas procedentes del drenaje de la plataforma. A la derecha, mediciones de ruido, (Arroyo Salinas en la RN de El Regajal).

do fundamentalmente mediante la consulta a expertos y organismos competentes en materia ambiental, con el objeto de detectar aquellas medidas que pueden ser más eficaces para conseguir los objetivos propuestos.

3.3. Programa de investigación científica

Se ha llegado a un acuerdo para el mantenimiento de una colaboración científica con la Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterología (SHILAP), con el fin de comprobar el estado de las poblaciones de lepidópteros que se encuentran en la Reserva Natural, así como su evolución ante la construcción de la nueva R-4, estableciendo las medidas correctoras necesarias e igualmente en el desarrollo de la aplicación de los procedimientos a seguir, con el fin de poder potenciar las zonas de asentamiento y del desarrollo de las poblaciones de las especies catalogadas de interés especial, así como de las especies prioritarias, según los proyectos científicos propuestos al efecto, en cumplimiento del Artículo 6 de la Directiva de Hábitats.

- a) Estudios sistemáticos, taxonómicos y ecológicos, así como el censo y catalogación de los lepidópteros de actividad diurna (superfamilias *Papilionoidea* y *Hesperioidea*) y realizar un censo de los macroheteróceros de actividad nocturna, principalmente potenciar los estudios de las superfamilias *Bombycoidea* y *Noctuoidea*, así como de estudios complementarios de otras zonas.
- b) Proyecto de aclimatación e incorporación de la especie *Lolana iolas*, basándose en la plantación de *Colu-*

tea arborescens (espantalobos), que conllevaría el aumento de estos dos organismos a la Reserva Natural. Este Proyecto en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente.

Esta especie está en constante regresión de sus poblaciones, principalmente debido a la reducción considerable de su planta nutricia *Colutea arborescens*, conocida vulgarmente como espantalobos, de ahí que la Comunidad de Madrid, la incluyera como especie protegida al amparo de la Ley 2/91 con la consideración de sensible a la alteración de su hábitat. En la actualidad esta especie no se encuentra en la Reserva Natural de El Regajal-Mar de Ontígola, si bien de su planta nutricia, el espantalobos, se han podido localizar algunos ejemplares sueltos en el Cerro de los Frailes y en Sotomayor, por lo que nos hace suponer que vivió en el pasado en esta zona.

La monoespecificidad con respecto a su planta nutricia, hace que sea una especie muy vulnerable y totalmente vinculada al espantalobos. La desaparición de su planta nutricia, conllevará inexorablemente a la extinción de esta especie.

El principal objeto de este proyecto científico está en la plantación de la *Colutea arborescens* dentro de la Reserva Natural, dentro de las medidas compensatorias que conllevan la repoblación de las zonas degradadas.

- c) Proyecto de aclimatación e incorporación de la especie *Clepsis laetitiae*, basándose en la plantación de *Vella pseudocitissus* que conllevaría el aumento de estos dos organismos a la Reserva Natural. También





Enlace M50-A3. A la derecha, integración paisajística de la Radial 4.

ejecutado en colaboración con la Consejería de Medio Ambiente.

Se procederá en un primer momento, a la recogida de semillas de *Vella pseudocytisus* y se procederá a su germinación y la obtención de los adultos, para su posterior traslado a las zonas designadas dentro de la Reserva Natural, principalmente en las zonas degradadas y en regeneración, así como en otras que presenten las características ecológicas adecuadas.

Mientras que las plantas se desarrollan y se obtienen ejemplares de consideración adecuada, se recogerán in situ, larvas de la especie *Clepsis laetitia*, para su desarrollo en los terrarios y la posibilidad de tras la obtención de los adultos, producir nuevas generaciones de esta especie endémica.

- d) Proyecto de desarrollo conjunto de las medidas selectivas de plantación de las especies nutricias, para potenciar el aumento de las poblaciones de las especies endémicas de la Reserva Natural, como *Zerynthia rumina*, *Plebejus pylaon*, etc. En colaboración con la Consejería de Medio Ambiente.

Dentro de este proyecto, se intenta realizar un conjunto de actuaciones que cumplan con dos requisitos importantes de cara a la Directiva de Hábitat, consistente en la regeneración de zonas degradadas con plantas típicas de la zona y adaptar las mismas, a las necesidades de las poblaciones de lepidópteros, mostrando un interés especial, sobre aquellas que presentan un elevado grado de endemismo (*Zerynthia rumina minima*, y *Plebejus hespericus*) o bien que se esté comprobando una marcada regresión de sus poblaciones llegando a límites pre-ocupantes de extinción (*Euchloe belemia* y *Pieris manni*).

Los ejemplares que se localizan en otras áreas montañosas de España, superan fácilmente los 45 milímetros, sin embargo, las poblaciones presentes en la Reserva Natural, son mucho más pequeñas y pierden las máculas rojas, lo que ha permitido la descripción de una nueva subespecie bajo el nombre de mínima, aludiendo a su diminuto tamaño.

Otra especie que se la conoce vulgarmente como niña del astrágalo y presenta una marcada mirmecofilia, lo que permite que sus orugas sean cuidadas por diferentes especies de hormigas, en perfecta simbiosis.

Por su rareza y especificidad, esta especie está protegida en la Comunidad de Madrid al amparo de la Ley 2/91, como sensible a la alteración de su hábitat.

3.4. Programa de infraestructuras

3.4.1. En la finca de El Regajal

3.4.1.1. Restauración del hábitat natural en El Regajal

El proyecto planteó la restauración de las formaciones vegetales naturales en una serie de parcelas y fincas localizadas en el interior de la Reserva Natural de El Regajal-Mar de Ontígola y de una parcela situada en el exterior de la misma que se incluyó en la Reserva Natural.

La Reserva Natural de El Regajal-Mar de Ontígola alberga unas formaciones vegetales singulares, entre las que se destacarían los matorrales gipsícolas de laderas y cerros yesíferos, las masas de coscoja y matorral termófilo mediterráneo, y las formaciones halófilas situadas en las vaguadas. Todas estas formaciones vegetales están compuestas





Plantaciones en el Arroyo Salinas. A la derecha, Primillar en finca de Perales del Río en la M50 (Madrid).

por especies altamente adaptadas a las condiciones edáficas climáticas del entorno en el que vegetan, encontrando incluso especies y variedades endémicas del sur-este de la comunidad de Madrid. La conservación, correcta gestión y aumento de superficie ocupada por estas especies singulares es objetivo prioritario.

Estas formaciones vegetales tienen un doble interés por cuanto suponen el medio vital –e incluso en algunos casos, único– de una importante comunidad de entomofauna lepidopterológica. Entre las especies de mariposas de El Regajal se citan varias endémicas de este entorno, ligadas a determinadas especies vegetales (p.ej. *Zerynthia rumina* ligada a *Aristolochia pistolochia*), que les sirven de sustento.

Como medida compensatoria figura la compra o expropiación de estas parcelas, procediendo a su restauración implantando en ellas hábitats naturales semejantes a los que ocuparon dichos terrenos en el pasado.

La medida se plantea en los terrenos agrícolas situados en los márgenes de la actual A-4, siendo la superficie susceptible de ser incluida en esta actuación de unas 23 hectáreas. Además incluirá una zona de barbecho que se encuentra en la zona norte, entre la propia Reserva, la vía del ferrocarril y el Polígono Industrial. Esta zona está dentro de El Regajal y parte de la misma se incluirá en la propia Reserva Natural. En la actualidad pertenece al SEPES y tiene unas 41 hectáreas.

Los objetivos de esta repoblación son:

- Restauración de especies naturales
- Protección de la fauna silvestre
- Reconstrucción de equilibrios biológicos

Las especies a emplear serán elegidas entre aquellas que vegetan de forma natural en El Regajal. Esta medida se justifica por:

- Las especies a introducir están perfectamente adaptadas al entorno.
- Se reconstruye el ecosistema original.
- Proporcionan cobijo y alimento adecuado a la fauna de la zona.
- Tienen un bajo coste de mantenimiento.
- No perjudican el equilibrio biológico, al no desplazar a especies propias del entorno.

El objetivo final es implantar un coscojar con encina como el que cubrió la zona en el pasado, así como compensar



Hacking de la especie Cernícalo *Primilla*.





Viaducto sobre el Arroyo Salinas.

la destrucción de hábitats naturales y afecciones a la fauna como consecuencia de la puesta en cultivo de los terrenos.

Disponibilidad de terrenos a utilizar

La compra o expropiación de los terrenos se deberá tramitar de forma simultánea a las expropiaciones necesarias para la ejecución de la carretera.

Resultaría preferible negociar con los propietarios la compra de los terrenos de forma previa a las expropiaciones de la carretera, recurriendo a este último trámite en caso de no llegarse a un acuerdo.

Plantación

La densidad de plantación elegida será de 5.100 plantas/hectárea. Analizando la composición florística de los

coscojares y encinares del entorno, y las disponibilidades de planta en el mercado, las especies propuestas, su proporción, densidad y talla o edad serán las que se ven en la Tabla 2.

Todas las especies a plantar se suministrarán en contenedor o alvéolo, con excepción de *Colutea arborescens*, que podrá suministrarse a raíz desnuda. La fecha más adecuada para esta operación es finales de febrero o principios de marzo.

3.4.1.2. Instalación de refugios para murciélagos

Dado que en el entorno de la Reserva Natural existen varias especies de quirópteros recogidas en la Directiva 92/43, se considera que la colocación de nidales puedan favorecer el desarrollo de las comunidades de estos mamíferos.

Los refugios para murciélagos consisten en una caja estrecha prismática, que carece de suelo, cuya entrada está situada en la parte inferior.

3.4.1.3. Apantallamiento de la A-4 en el Regajal

Originalmente, la solución propuesta consistía en la colocación de pantallas acústicas absorbentes en el margen izquierdo de la A-4, con el objeto de disminuir los niveles de ruido sobre el margen este de la autovía en esta zona.

Una posterior revisión de esta medida de acuerdo con los criterios del equipo de expertos colaboradores en la realización de los proyectos, sugiere que la colocación de pantallas vegetales puede ser más adecuada ambientalmente, por los siguientes motivos:

Tabla 2

ESPECIE	%	UNIDADES/ha	Nº SAVIAS/cm
<i>Quercus coccifera</i>	25	1.275	3-4 savias
<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>	10	510	4-5 savias
<i>Rosmarinus officinalis</i>	25	1.275	40 cm
<i>Salvia lavandulifolia</i>	10	510	15-20 cm
<i>Daphne gnidium</i>	5	255	25 cm
<i>Colutea arborescens</i>	5	255	40-60 cm
<i>Rhamnus lycioides</i>	10	510	40 cm
<i>Ephedra nebrodensis</i>	5	255	20-40 cm
<i>Thymus vulgaris</i>	5	255	10-20 cm





Viaducto sobre el Arroyo Salinas desde la A4. A la derecha, viaducto sobre el río Tajo.

- La disminución de la afección luminosa se elimina con mayor efectividad, ya que la vegetación, al ir creciendo con el paso del tiempo aumenta el efecto pantalla, al ofrecer una mayor superficie.
- Debido a las características orográficas de la zona en la que se colocarían las pantallas, la disminución del impacto sonoro únicamente se realizaría en una franja situada entre la autovía y el arroyo Cantarranas, de menor valor para la fauna representativa de la Reserva (lepidópteros), mientras que en las laderas situadas al Este de la autovía, al situarse a mayor altura sobre ésta, el efecto de las pantallas es poco apreciable.

3.4.1.4. Plantación lineal en ambos lados de la carretera N-IV

Plantación en disposición lineal, tipo paseo arbolado, en la antigua carretera N-IV en una longitud de 2,3 km, actuando sobre ambas márgenes del tramo de la carretera comprendido entre su intersección con la vía del ferrocarril y el punto donde la carretera cruza el límite sur de la Reserva Natural.

Primarán en el diseño de la actuación la seguridad vial y la estética. Las especies vegetales de porte arbóreo seleccionadas para tal fin son *Quercus coccifera* y *Quercus ilex*.

3.4.1.5. Plantación perimetral anexa a la vía ferroviaria

La actuación consiste en crear una pantalla vegetal que aisle el pasillo ferroviario de la finca, situada al sur, disminuyendo el riesgo de colisión de los lepidópteros de gran valor que tiene su hábitat en este espacio natural al influir sobre el

comportamiento de vuelo de las mariposas. Esta actuación se localizará en el tramo de la infraestructura ferroviaria comprendido entre el límite noroeste de la Reserva Natural y la antigua carretera N-IV, de 1,5 km de longitud.

3.4.1.6. Cerramiento perimetral anexa a la vía ferroviaria

Esta actuación realizada dentro de los límites de la Reserva Natural será complementaria a la anterior disponiendo un cerramiento longitudinal próximo a la plantación de pino carrasco (*Pinus halepensis*), con el objeto de evitar la entrada de público a la finca del Regajal desde la vecina zona industrial de Aranjuez. La longitud del cerramiento será similar al de la plantación anteriormente comentada, es decir, de 1,5 km.

3.4.1.7. Restauración de parcela en El Regajal

La restauración se ha realizado dentro de la Reserva Natural en el terreno situado al este de la parcela de "SE-PES", y al sur de la vía ferroviaria. La superficie de actuación es de 13,51 ha.

El objetivo principal es realizar una repoblación de forma sostenible, es decir, sin eliminar o dañar la vegetación autóctona existente en el área de actuación y no generando una problemática nueva que ponga en peligro la supervivencia de estas especies.

Esta repoblación evitó las formas regulares y geométricas propias de los paisajes artificiales, buscando para su correcta integración en el medio disposiciones irregulares más cercanas a la vegetación natural autóctona.





Trazado sobre el río Tajo.

3.4.1.8. Construcción de diques en barrancos y pequeños arroyos de El Regajal

La presente medida se refiere a la ejecución de varios diques de los pequeños arroyos que vierten en el Arroyo de Ontígola en la reserva Natural de El Regajal-Mar de Ontígola.

La falta de regulación de las crecidas de los arroyos pertenecientes a la cuenca del Ontígola, produce el lavado de los cauces y por lo tanto el deterioro del medio ambiente.

El objetivo es regular las crecidas mediante la ejecución de pequeños cierres en los cauces dilatando en el tiempo el escurrimiento de esas aguas procedentes de precipitación.

Se realizó la ejecución de cuatro cierres en garganta mediante gavionado recubierto con mortero de hormigón en las zonas en contacto con el escurrimiento de agua.

Los cuatro cierres tienen una altura máxima de 3m de altura, aunque presentan un alivio a los 2m. La sección transversal está conformada por gaviones de 1 x 1 x 2 m, superpuestos de tal forma que la cara aguas arriba es vertical y el faldón de aguas abajo presenta una pendiente 1:1, con un ancho en la base de 5m y en la cabeza de 2 m.

3.4.2. En el Mar de Ontígola

- Estudio de viabilidad para la restauración del muro de presa del embalse del Mar de Ontígola. Dado el eminente carácter histórico de esta presa, se proponen los pasos a seguir para poder hacer una evaluación real del estado actual del muro y las posibles vías de restauración. El objeto de la medida es disminuir el arrastre de sedimentos sobre el Mar de Ontígola, para evitar los problemas

debidos al aterramiento del mismo (disminución de la lámina de agua, aterramiento del muro, etc.)

- Anteproyecto para la limpieza y rehabilitación del arroyo de Ontígola entre la presa y hasta la antigua N-IV.
- Anteproyecto para la limpieza en profundidad de las márgenes y canalización de las aguas procedentes de la M-416.
- Anteproyecto para la instalación de una escala limnimétrica y limnígrafo. Esta medida tiene el objeto de poder realizar un seguimiento del estado del Mar de Ontígola, y conocer su funcionamiento hidráulico.
- Estudio para la realización de reconocimientos batimétricos y sedimentológicos del Mar de Ontígola. Esta medida pretende conocer el funcionamiento ecológico del embalse y el estudio de los sedimentos, que proporcionarían una información muy valiosa del mismo.
- Estudio de viabilidad para solucionar los vertidos sin depurar del Municipio de Ontígola. Esta medida pretende disminuir la carga contaminante que se genera en la actualidad y que afecta negativamente a la Reserva Natural.

3.4.3. Actuaciones en el sistema hídrico

3.4.3.1. Restauración de márgenes en el río Tajo

Los objetivos del proyecto son dar cumplimiento y concreción a las propuestas incluidas en el anteproyecto de la autopista, y que se refieren a las medidas compensatorias en el tramo del río afectado por la infraestructura que lo cruza, de una manera técnica y económicamente viable: restauración y estabilización de las márgenes del río Tajo.

Para ello, previamente a la proyección de soluciones, se definió el tramo de actuación, se realizó un estudio sobre el entorno del río, otro sobre el sistema fluvial y se diagnosticaron las problemáticas que afectan y las que afectarán a este tramo del río tras las obras.

En la zona objeto del proyecto, la vegetación natural ha sido alterada por el hombre a través de los siglos mediante el pastoreo, el aprovechamiento de leñas y, sobre todo, para obtener terrenos de cultivo y pastos, salvo en los enclaves donde la pendiente o el tipo del suelo lo impedían. En el cauce se observan ciertos fenómenos de encauzamiento artificial que han ido alterando la vegetación natural.

Actuaciones diseñadas

- Vertidos y ocupaciones: limpieza y desmontaje de estructuras ganaderas ilegales en las márgenes. La superfi-





Panorámica Radial 4. A la derecha, revegetación de terraplens.

cie ocupada por las explotaciones ganaderas puede ser recuperada para la vegetación ribereña mediante el extendido de una capa de tierra vegetal y la realización de plantaciones.

- Procesos ecológicos: se intenta incrementar las posibilidades que ofrece a la fauna el biotopo mediante la transformación de un tramo de la margen izquierda en "playa" fluvial.

La razón de elegir este margen es que está mucho menos expuesto a fenómenos de inundación.

El volumen de tierras a mover es de 7.500 m³. Con el fin de mejorar el ecosistema ripícola se propone la introducción de vegetación como se describe en el próximo apartado de riberas y taludes, así como de bolos en el cauce para la formación de frezaderos para peces. Los bolos se introducirán en grupos de tres formando uves y uves invertidas.

- Riberas y taludes: las medidas que se adoptan tienen por finalidad prevenir posibles fenómenos erosivos en las márgenes y favorecer la conectividad del río con su llanura de inundación, favoreciendo la heterogeneidad del área.

Para la consolidación de las márgenes frente a la erosión, se plantea la introducción de vegetación mediante biorrollos y faginas de sauces.

Se estima un total de 1.100 m lineales por margen de biorrollos.

También se proyectó la plantación en una banda de 10 m de ancho de árboles y arbustos de ribera, siempre fuera de la banda de avenida ordinaria.

Especies arbóreas

Tamaño

Salix alba	1 - 1,5 m
Salix fragilis	1 - 1,5 m
Populus alba	1 - 1,5 m
Fraxinus angustifolia	0,6 - 1m

Las especies arbustivas elegidas pueden ser modificadas en función de la disponibilidad o no en viveros de la zona, y son:

Especies arbustivas

Tamaño

Salix atrocinerea	0,5 - 0,6 m
Salix salvifolia	0,5 - 0,6 m
Salix purpurea	0,5 - 0,6 m
Tamarix africana	0,4 - 0,5 m
Crataegus monogyna	0,6 - 0,8 m
Rubus ulmifolius	0,5 - 0,6 m
Rosa canina	0,4 - 0,6 m

La densidad de plantación es de 400 árboles /ha y 2.500 arbustos /ha.

Las plantaciones se efectuaron en el margen izquierdo, salvo en zonas cubiertas, en las islas interiores del cauce y en áreas despobladas del margen derecho. En total se efectuó la implantación de vegetación en 20 ha.

- Protección de apoyos mediante escollera revegetada: en lo referente a la protección de los apoyos de la estructura, sin menoscabo de la propuesta que se realice



en su correspondiente proyecto, se considera posible la creación de escolleras de protección en los estribos de la actual estructura de la A-4 y de la futura de la R-4 que quedan bajo la influencia del cauce. Estas protecciones estarían ambientalmente integradas en el entorno.

La protección consiste en interponer entre las aguas y la base del pilar una coraza o manto de escollera vegetalizada en su parte superior con estaquillas de sauces capaz de soportar las tensiones que generaría una eventual avenida.

- Creación de playa artificial: para compensar la degradación del biotopo por las actividades humanas, pasadas y futuras, se propone la creación de una pequeña playa que permita incrementar la interconexión del ecosistema fluvial y las riberas. Su ubicación sería aguas debajo del actual viaducto de la A-4, en la margen izquierda, a resguardo de los fenómenos erosivos.

Su longitud será de 40 m, con una anchura de 2 a 4 m, permitiendo una caída en talud del terreno no superior a 3H:2V. El volumen estimado necesario de tierras que se deberán aportar es de 1.000 m³.

3.4.3.2. Revegetación zonas de transición entre infraestructuras

Como medida compensatoria adicional a las especificadas por la Declaración de Impacto Ambiental se propone la revegetación de las superficies situadas entre la A-4 y la traza de la solución propuesta para la R-4.

Con ello se pretende conseguir un corredor verde entre las citadas infraestructuras que ayuden a su integración paisajística y que actúe como barrera lumínica de los focos de los vehículos que circulen por la R-4 y de restauración de hábitats mediante la formación de masas de vegetación de ribera. Estas barreras también actúan de protección para la avifauna y evitan colisiones con el tráfico dado que les obliga a alzar el vuelo. Los criterios de plantación en esta zona de transición serán los mismos que los aplicados en el resto del proyecto, considerando que la zona de actuación es la vega del río Tajo, y la necesidad

de utilizar especies adaptadas, como los ejemplares de ribera endémicos de la zona.

3.4.3.3. Restauración del arroyo Cantarranas

El arroyo de Cantarranas, que discurre paralelo a la actual N-IV en su margen derecha, en el centro del Regajal, se ha visto muy afectado por las obras de construcción de la actual N-IV, por lo que en la actualidad presenta un elevado nivel de degradación.

Por eso es muy interesante el plantearse la necesidad de su restauración, mediante la adecuación morfológica del cauce y la revegetación de sus márgenes.

Las actuaciones planteadas en el arroyo, dentro de la Reserva Natural, para conseguir esta restauración son:

- Formación de cauces

En la zona de olivares, entre el p.k. 37+450 y 38+000 de la autopista propuesta, el cauce del arroyo ha desaparecido, limitándose a una ligera depresión en el terreno, a consecuencia de las actividades agrícolas.

En este tramo es preciso formar el cauce, excavando un canal de sección trapezoidal, con una base de 1,5 metros, una profundidad de 1,5 metros y unos taludes de sección 3H:1V. El volumen a excavar se estima en 4.500 m³, que se extenderán sobre las zonas adyacentes de cultivo, y que serán posteriormente subsoladas y plantadas. El lecho del cauce se compactará para evitar su arrastre por el agua.

- Plantaciones de vegetación de ribera

Una vez formado el cauce, se procederá a plantar los taludes del canal y zonas colindantes, formando una galería arbustiva asociada al cauce.

Las especies a utilizar serán: *Tamarix africana*, *Atriplex halimus*, *Glycyrrhiza glabra*. La zona a restaurar es de aproximadamente 24.500 m². ♦





Premio Acueducto de Segovia 2007

Se han presentado además de la ganadora las siguiente obras:

1. Planificación y gestión ambiental para la implantación del desarrollo turístico Mayakoba (México)	86
2. Autovía del Cantábrico. Tramo: Variante de Navia (España)	87
3. M4 M6 Kinnegad. Tramo: Enfield-Kilcock (Irlanda)	88
4. Autopista M12 (España)	90
5. Emisario submarino para evacuación de sal muera (España)	92
6. Viaducto de Arroyo del Valle (España)	94
7. Puente de celosía sobre el embalse de Buendía (España)	96
8. Nuevo puerto de La Estaca en la isla del Hierro (España)	97
9. Presa de Montearagón (España)	99
10. Presa del Arenoso (España)	100



El Grupo OHL, como promotor internacional, ha planificado y diseñado un desarrollo turístico costero de alta calidad y complejidad denominado Mayakoba localizado en la Riviera Maya (Quintana Roo, México), que inició la fase de desarrollo en el año 1994.

La visión del Proyecto consiste en crear un nuevo modelo diferente a los tradicionales, en el que ha prevalecido la búsqueda de su compatibilidad con la preservación del medio ambiente, con objeto de aprovechar, de manera racional, inteligente, sostenible y sobre bases científicas, los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas involucrados, para atender la demanda de un turismo de elevado poder económico y sensibilidad para apreciar la calidad ecológica.

El gran reto del Proyecto es tratar de crear un modelo de diseño diferente y original, sobre bases científicas, ajustado a la legislación ambiental y generado mediante el trabajo interdisciplinario y el esfuerzo innovativo de inversionistas, arquitectos, ingenieros y científicos.

Los objetivos previstos en el Proyecto son los siguientes:

- Crear una infraestructura hotelera y residencial turística original de categoría internacional, con instalaciones recreativas y de servicios que satisfagan la demanda actual y futura, en un marco de escenarios naturales perdurables en el tiempo.
- Lograr un proyecto compatible, en el mayor grado posible, con la preservación de la estructura y función básica de los ecosistemas de selva baja, manglar y duna costera de la propiedad, así como con sus principales valores ecológicos y recursos naturales.



- Ampliar la oferta y los atractivos turísticos del estado de Quintana Roo, estableciendo como servicios especiales un campo de gol profesional certificado ambientalmente y adscrito a los circuitos del más alto reconocimiento internacional con el torneo PGA.
- Colaborar con la preservación de la calidad natural de la Riviera Maya y con el mantenimiento de su condición como emplazamiento de destino turístico internacional.
- Propiciar el crecimiento socioeconómico regional a través del aumento de la oferta de empleo, de las condiciones laborales y del incremento del bienestar de la población impulsando la generación del tejido empresarial.

Con la finalidad de apreciar el esfuerzo realizado cabe destacar los siguientes hitos sobre el Desarrollo Turístico Mayakoba.

Es un proyecto ambientalmente innovador ya que fue el primero de la región en:

- a) Ajustarse realmente a la preservación de los ecosistemas previamente existentes (selva y manglar);
- b) Implantar su infraestructura mayor detrás de la franja de manglar y alejada un promedio de 500 metros de la playa;
- c) Crear, antes de la construcción, una matriz ecológica sobre la cual edificar después los hoteles, incorporando en su diseño dichos ecosistemas; y
- d) Planificar y crear un nuevo ecosistema (lagos y canales) con fines ecológicos para completar dicha matriz.

Es una obra de alta complejidad en su implantación y en actualidad está en pleno proceso de construcción y operación de forma simultánea, lo cual es muy poco común. De las dos zonas turísticas que los constituyen solo una tiene obra y en ella de los seis lotes hoteleros que la integran, solo uno está hoy en operación (Fairmont), un segundo está a punto de entrar en operación (Rosewood), un tercero se encuentra en proceso constructivo (Banyan Tree), y el cuarto está en fase de preparación para el inicio de la obra (Viceroy); de los dos lotes restantes aún no hay proyecto.

Es un proyecto que ha mantenido la matriz ambiental con una alta calidad ecológica a pesar de las dificultades, retos y riesgos ambientales que representan la complejidad y la simultaneidad referidas; esto se demuestra por el hecho que no ha tenido sanciones derivadas de las inspecciones de las autoridades federales competentes y como destaca SEMARNAT, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en una publicación oficial, en la que reconoce el Proyecto como un modelo en su planificación e implantación ambiental. ♦

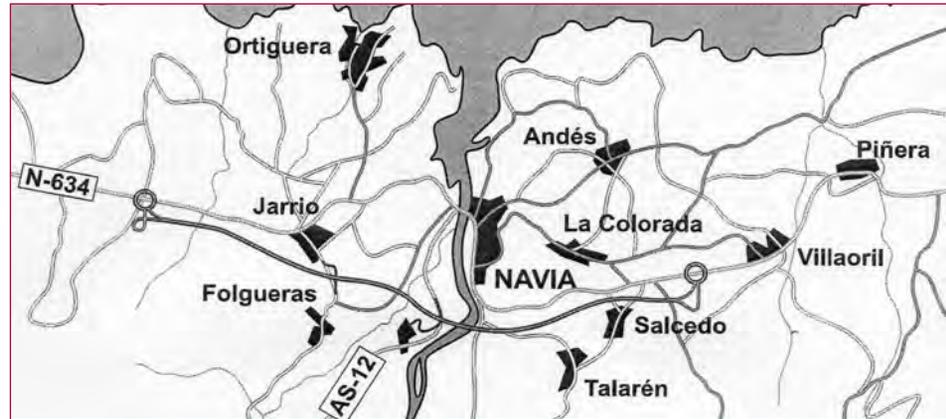
La variante de Navia es uno de los tramos de la autovía del Cantábrico A-8 que con gran interés e ilusión ha sido punto de atención de un ingente número de personas, que en sus distintos cometidos los participantes directos, hasta los que la han hecho suya como espectadores y por último como usuarios. Esto es así porque desde los tiempos remotos y medievales, Navia y su ría han significado un paso, una dificultad de cruce, un impedimento en la comunicación entre las tierras abruptas del norte de nuestra península.

Con el paso de los siglos este sitio fue prosperando no sin dificultad ligado a la pesca y a los astilleros con períodos calmos como su ría, desembocando en el siglo XIX como elemento que contribuyó decisivamente al despegue industrial del concejo y sus zonas de influencia como fue la construcción del puente de hierro sobre el río; con ello se eliminó la extrema precariedad de formas ancestrales de paso de la ría constituidas por barcazas de dominio y renta señorial que se realizaban en pésimas condiciones desde los atracaderos que había a lo largo de las orillas y que reflejaban las caducas estructuras sociales bien entrado nuestro siglo XIX.

La ruptura con este periodo llega con el nuevo puente construido por la firma John Cockerill de Seraing de Bélgica y que se había aprobado por Real Orden de 26 de agosto de 1863 y se había colocado solemnemente la primera piedra el 5 de octubre de 1863.

Por último cuando este siglo cae del calendario, otro nuevo impulso recibe la población con la canalización de la ría mediante Real Orden de 19 de agosto de 1896 esto permitió la entrada de los primeros buques de vapor hacia 1900.

Con la llegada del ferrocarril otro puente más competía con el de la carretera y con cierto orgullo su puente ferroviario mi-



raba desde más alto al carretero anteriormente existente en el cruce de la ría.

Cuando el siglo XX tocaba a su fin, las actividades económicas de la zona con un crecimiento sostenido a lo largo de las últimas décadas y de los territorios que une la A-8 necesitaban una nueva vía, rápida, segura y por que no que llenara el subconsciente del futuro usuario de esa demanda de belleza de las obras nuevas.

La nueva vía eliminará muchos de los accidentes al ser esta parte de la carretera nacional uno de los puntos negros de nuestras vías con esas peligrosísimas curvas de acceso a la villa desde los puntos del oeste y este, eliminando también esas interminables colas de los fines de semana de ida y vuelta, de los días de nuestras vacaciones, de los puentes de la búsqueda de atajos, de las retenciones los días de mercado. Elimina el riesgo de cruzar la carretera nacional a los niños y a los otros niños mayores que van al soleado parque público, elimina el humo de los motores, los ruidos de sus movimientos y sus calores.

La causa de este cambio es la nueva vía que discurre al sur de la población, que toma impulso desde la zona de las Aceñas para con energía mediante viaductos dar un salto sobre los humedales del Anleo y del Navia y renueva su impulso en las laderas del Espin y sobrepasa el siguiente hu-

medad del Meiro, marcando unas grandes trazas cuando vuelve al terreno en los accesos a los túneles de Jarrio. Ya más sosegada a su salida de estos ve de nuevo la luz en la rasa de costera asturiana para incorporarse al discurrir de la carretera hacia el occidente.

La vía por lo tanto discurre por distintos parajes cada uno de ellos definido por unas marcas naturales o improntas humanas que los individualizan, que los hacen merecedores de una especial atención. Por ello su trazado se diseñó salvando el entorno del castro del Armental y respetando la vega virgen del río Meiro que con sus meandros tapizados por los carrizos forma un paisaje de gran y particular belleza.

Esto es lo que se ha hecho con la colaboración de todas las instancias involucradas en el proyecto, Ministerio de Fomento, Consejería de Obras Públicas, Ayuntamiento de Navia y de Coaña asociaciones como la del Camino de Santiago, junto con la empresa constructora FCC y la Asistencia Técnica de IDEAM-Iberinsa. Este entendimiento plasmado en la realización de unas actividades medioambientales y de protección del patrimonio cultural de la zona ha permitido conseguir los objetivos marcados por la DIA en el proyecto de construcción. ♦



El extraordinario crecimiento económico experimentado por la República de Irlanda durante la época del "boom" económico de los años ochenta y noventa (conocido como la época del "Celtic Tiger" dio lugar a que el gobierno del país pusiese en marcha un complejo y ambicioso programa para mejorar las infraestructuras irlandesas. El programa conocido como National Development Plan (plan general de desarrollo/NDP) fue publicado en 1999 y establecía un programa de desarrollo socio-económico para el período 2000-2006, con el objetivo de desarrollar la infraestructura pública de Irlanda, incluyendo, de forma muy significativa, la red viaria.

La construcción de la autopista tiene como objeto permitir una serie de importantes mejoras y ventajas entre las que destacan:

- La mejora de la calidad de vida de las comunidades y de los residentes en las poblaciones adyacentes a la actual N4, Clonard, Enfield, Kinnegad.
- Ahorro de hasta 30 minutos en viaje de Dublín a Galway.
- Incremento de los niveles de seguridad

El factor medioambiental ha sido clave tanto en el diseño como en la construcción de la autopista, con significativas partidas del presupuesto. Los condicionantes medio ambientales a la hora de trabajar en Irlanda han sido muy restrictivos y han venido recogidos tanto en la Declaración de

Impacto Ambiental como en el Contrato de Concesión. El objetivo es conciliar las necesidades de desarrollo de infraestructuras con la preservación del medioambiente.

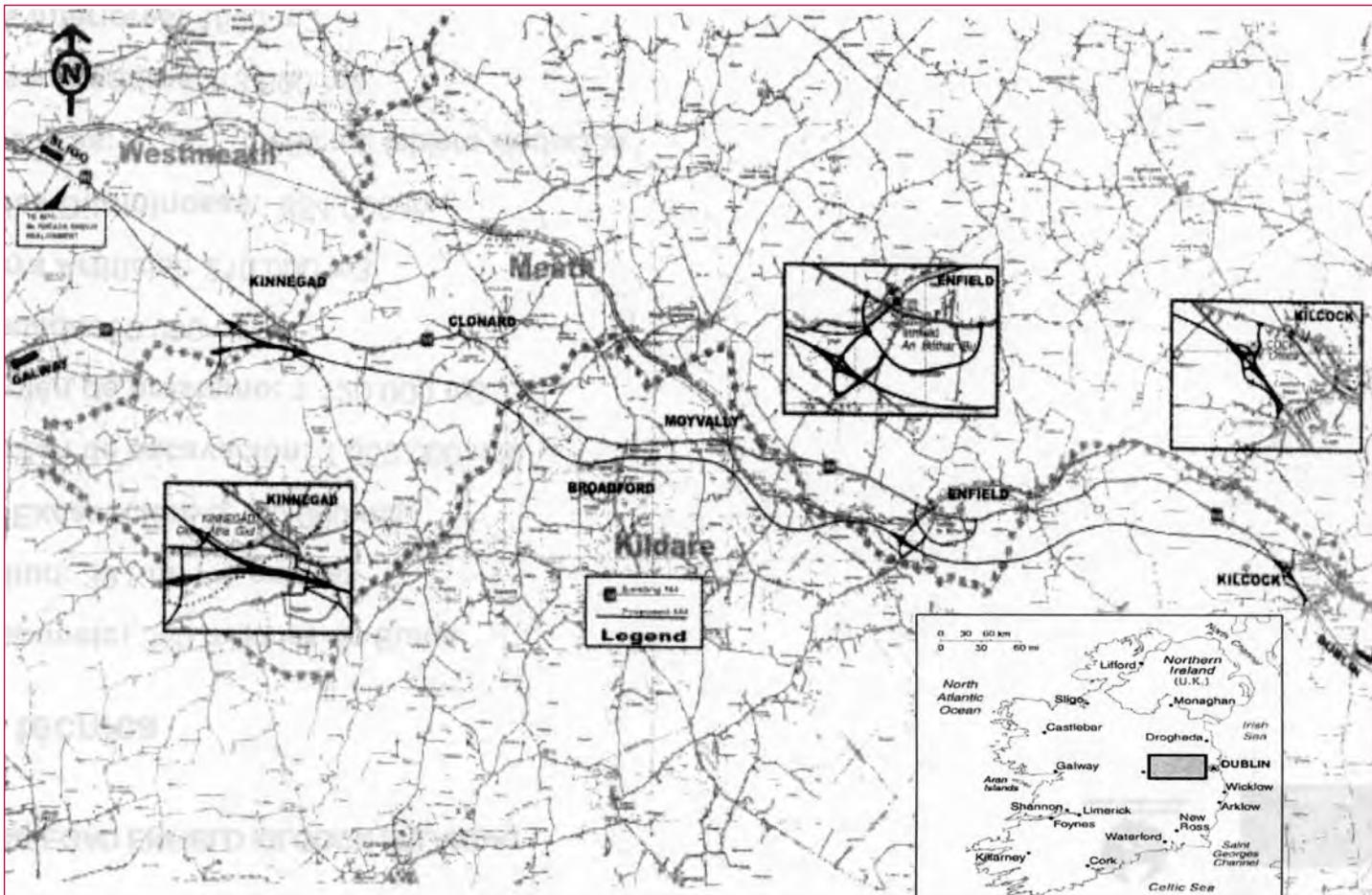
De esta manera, se ha realizado:

- Extensa campaña de reconocimiento ecológico a través de un equipo de profesionales multidisciplinar compuesto por biólogos, ecólogos, ingenieros forestales y agrónomos, hidrogeólogos así como especialistas en ruido que han analizado durante cerca de dos años la situación existente y el posible impacto de la autopista proponiendo medidas correctoras.
- Detección de especies de flora (*Rosa agrestis*) y de fauna protegida, en particular aves, murciélagos, y tejones.
- Se han dispuesto numerosos pasos para fauna a lo largo de toda la traza en especial para nutrias.
- Se ha diseñado una valla de cerramiento especial en zonas con presencia de tejones y nutrias para evitar su paso a la zona de autopista.
- Se han identificado 6 cauces con impacto piscícola. En ellos, previo a la construcción de la obra de drenaje transversal, se ha realizado una captura de diferentes especies mediante "pesca eléctrica" para posteriormente devolverlas al cauce.
- Las obras de drenaje transversal se han dimensionado para caudales

mínimos ecológicos e incluso en las de mayor longitud se han previsto claraboyas o pozos de luz en clave (en la zona de la mediana de la autopista) para la entrada de luz natural y facilitar el tránsito de mamíferos y peces.

- En el despeje y desbroce se han contado con restrictivas limitaciones ambientales para el desbroce debido a la época de nidificación y cría.
- Se ha realizado una extensa campaña de monitorización de nivel y calidad de agua de ríos y pozos situados a lo largo de la traza.
- Se ha acometido una campaña muy intensa de monitorización de la calidad del aire, además de la instalación de sismógrafos para evaluar las vibraciones ocasionadas por la maquinaria en la construcción.
- Diseño de pantallas antirruidos en las zonas próxima a edificaciones según los criterios fijados en el Contrato y la normativa irlandesa. Debido a los cambios en el trazado de la autopista se realizó un nuevo estudio de ruido durante la fase de proyecto de construcción basándose en los criterios establecidos por la normativa irlandesa y la Directiva Europea 2002/49.
- Como requisito del contrato, el contratista dispuso de arqueólogos consultores en todas las operaciones de despeje y excavación de tierra vegetal para supervisar las posibles zonas que potencialmen-





te puedan tener restos arqueológicos.

- En relación a la reducción del impacto visual es destacable el extenso proceso de siembra de taludes y de zonas adyacentes a la autopista, con una superficie total de 1.928.194 m² y plantaciones con 316.123 árboles con densidades de plantación muy superiores a las realizadas en otros países. También en aquellos lugares donde ha sido necesario realizar encauzamientos de ríos se han aplicado técnicas de diseño ecológico imitando los meandros naturales y recreando hábitats existentes.
- Una vez abierta al tráfico y en base a lo dispuesto en el programa de vigilancia ambiental, se realiza el seguimiento de la nueva cubierta

vegetal implantada, con énfasis en la presencia de especies vegetales no deseables (invasoras, alóctonas), que son objeto de eliminación selectiva así como de los índices de cubierta alcanzados.

- Ferrovial Agromán proyecta y construye esta autopista, que con un período de concesión de 30 años, es la primera de peaje que se construye en Irlanda. Forma parte del corredor que une Dublín con la región Noroeste del país, conectando las carreteras nacionales N4 y N6 con la autopista M4 en la localidad de Kilcock. La inversión total es de 328 millones de euros.
- La longitud de la nueva autopista es de 39 km y se incluyen 5 enlaces situados en Kinnegad (3 simienlaces ti-

po diamante con pesas), Enfield (diamante con pesas) y Kilcock (Diamante con glorieta desnivelada).

- Cuenta con un área de peaje troncal dos áreas de peaje laterales en los ramales oeste del enlace de Enfield.
- Se incluye en el proyecto el ramal de enlace de la autovía de N4 con 4 km de longitud.
- La sección tipo consta de dos calzadas con 2 carriles de 3,75 m de ancho cada una, arcenes de 3 m el exterior y de 1 m el interior y mediana de 9 m.
- La puesta en servicio de la autopista se realizó 10 meses antes del plazo previsto. ♦



La M-12 es una autopista de alta capacidad, construida con el principal objetivo de facilitar el acceso a la Nueva Terminal (T-4) del Aeropuerto Internacional Madrid-Barajas. Sus 9,4 km enlazan la M-40, a la altura del recinto ferial, con la A-1, a la altura del kilómetro 17.

Esta nueva vía se divide en dos tramos:

- Túnel bajo el Parque Juan Carlos I: de la M-40 a la M-11.
- Tramo a cielo abierto: de la M-11 a la A-1.

Tramo en túnel

El túnel, de unos 1.750 metros, atraviesa los terrenos del Parque Juan Carlos I y conecta la M-40 con el tramo a cielo abierto de la autopista a la altura del enlace con la M-11.

Cuenta con 2 carriles de circulación por sentido y tres galerías de conexión, una de ellas como salida de emergencia para vehículos.

Tramo a cielo abierto

Este tramo, de unos 7 km, tiene un trazado en dirección norte-sur, paralelo a la nueva T-4 del Aeropuerto de Barajas y cuenta con dos calzadas troncales, una por cada sentido.

Además, está dotado de vías colectoras que dan acceso a la Nueva Terminal T-4, a las Terminales T1, T2 y T3, a la R-2 y a la M-11.

La M-12 cuenta, con los más modernos sistemas de seguridad e instalaciones. Un centro de control verifica y comprueba todos los sistemas en tiempo real, lo que permite responder inmediatamente a las necesidades de los usuarios.

Entre los sistemas y dispositivos instalados se encuentran:



- Tres galerías de conexión entre tubos del túnel, una de ellas con salida al exterior mediante rampa para vehículos.
- Postes de SOS cada 150 m. en el túnel y cada 2 km. en el tramo exterior. Sistema de detección automática de incidencias (DAI). Sistemas de detección y extinción de incendios. Ventilación y extracción de humos en túnel. Vigilancia por circuito cerrado de televisión. Control de alumbrado. Trazado con curvas de amplio radio. Amplios arcones y medianas.



Una autopista que respeta al medio ambiente

La M-12 ha sido construida siguiendo una política de especial atención en el cuidado del impacto ambiental. Se ha llevado a cabo una inversión de más de 7 millones de euros en actuaciones que reducen dicho impacto y medidas adicionales de cuidado ambiental.

Más concretamente se han realizado actuaciones de:

- Integración paisajística de la autopista dentro del medio que la rodea.
- Protección de zonas habitadas, poniendo especial cuidado en la protección de la calidad atmosférica y en la prevención contra el ruido.
- Conservación vías pecuarias y cauces de agua.
- Eliminación de afecciones al Parque Juan Carlos I.

La autopista M-12 se ha equipado con un sistema de peaje en el que el



usuario sólo pasa por una playa de peaje en cada trayecto, pagando una tarifa única, independientemente del recorrido que se realice.

Las nuevas tecnologías también están presentes en el sistema de peaje, ya que la M-12 cuenta con el sistema de Telepeaje denominado VÍA-T, con el que no es necesario detenerse para pagar, permitiendo un aumento de la fluidez en el tráfico.

El VÍA-T se instala en el parabrisas y funciona mediante ondas de corto alcance, que son detectadas por una antena situada en la vía de peaje, efectuándose el cargo del importe a la cuenta bancaria asociada.

La autopista M-12 y las vías complementarias de acceso han cuidado especialmente la protección de su entorno.

Se destacan entre ellas:

- La protección acústica de su entorno.
- La revegetación de taludes, medianas, etc.
- Los trabajos de jardinería en puntos concretos.



- La protección de cauces y cursos de aguas calculados para una avenida de 500 años.

Además de estas medidas más clásicas de deben de destacar otros complementos estéticos incluidos en las obras como:

- Murales artísticos.

- Decoración de las boquillas del túnel y camuflaje de los casetones anexos.
- Pinturas de algunos puentes.

Además de las medidas anteriores, la autopista M-12 incluye un centro de reciclaje de materiales, un punto limpio para clasificación y recogida de residuos y balsas para la recogida de hidrocarburos.

En el centro del túnel se ha construido en caverna un depósito para recogida de eventuales derrames de hidrocarburos en el túnel.

Eliminación de vertederos:

El proyecto de la M-12 se basó en un proyecto de construcción, aportado por la Administración, como base de la Concesión, en el que había un excedente de 6 millones de metros cúbicos de tierras.

Esta era la solución más barata. Sin embargo, dejar vertidos esos 6 millones de metros cúbicos en el entorno del aeropuerto de Barajas y zonas urbanas colindantes habría supuesto una gran afección medio ambiental.

OHL optó por buscar soluciones internas al problema y, a pesar de su coste, logró que ni un solo metro cúbico de tierras saliera del entorno de las obras y se colocaron de manera que los usuarios no distinguen hoy dónde se colocaron.

Trabajos de investigación arqueológica.

En el desarrollo de las obras de construcción de la M-12 y, en colaboración con el Organismo competente de la comunidad de Madrid, se trabajó en cuatro posibles localizaciones en las que se detectaron restos de algún interés arqueológico.

Los trabajos hechos en colaboración con los arqueólogos de la M-12 y de la Comunidad de Madrid, se completaron a plena satisfacción de esta Administración. ♦



La obra consiste en la construcción de un emisario submarino para la evacuación de la salmuera de la planta desaladora de agua marina del nuevo Canal de Cartagena, en el término municipal de San Pedro del Pinatar (Murcia).

La actividad que genera el vertido es la correspondiente a una Planta Desaladora de Agua Marina basada en un proceso de ósmosis inversa, con una capacidad de producción de 65.000 m³/día de agua potable y con un factor de conversión del 45% (relación agua de mar captada/agua producida).

El emisario, de vertido por gravedad, es de un diámetro nominal de 1.400 mm y de 5.109 m de longitud, construido con tubos de hormigón armado en los primeros 315 m aproximadamente, y tubos de polietileno de alta densidad en el resto; presenta a su vez tres subtramos con distinto tratamiento constructivo:

- a) Un tramo de tubería construida mediante el procedimiento de hinca, en tubería de hormigón armado, a lo largo de los primeros 315 m, para salvar la playa y la baja existente sin la realización de zanja alguna. Para la ejecución de este tramo, se ejecutan pantallas de hasta 16,5 m de profundidad, con el objetivo de formar un foso de ataque para la hinca.
- b) Un tramo en zanja, protegida con una envuelta de microhormigón, a lo largo de la traza de rompientes, desde el PK 0+315 hasta el PK 2+800. En este tramo, la conducción se refuerza con lastres de 9 Tn y 12 Tn, para no ser removida por la acción del oleaje.
- c) Un tramo apoyado en el lecho marino, desde el PK 2+800 hasta el PK 5+109, con lastres de 9 Tn y 12 Tn, en el que la brusca pendiente del fon-



do, que aprovechando la curvatura que admite la tubería (> 50 veces del diámetro), hace que no sea preciso apoyar la conducción sobre un pe-draplén de escollera.

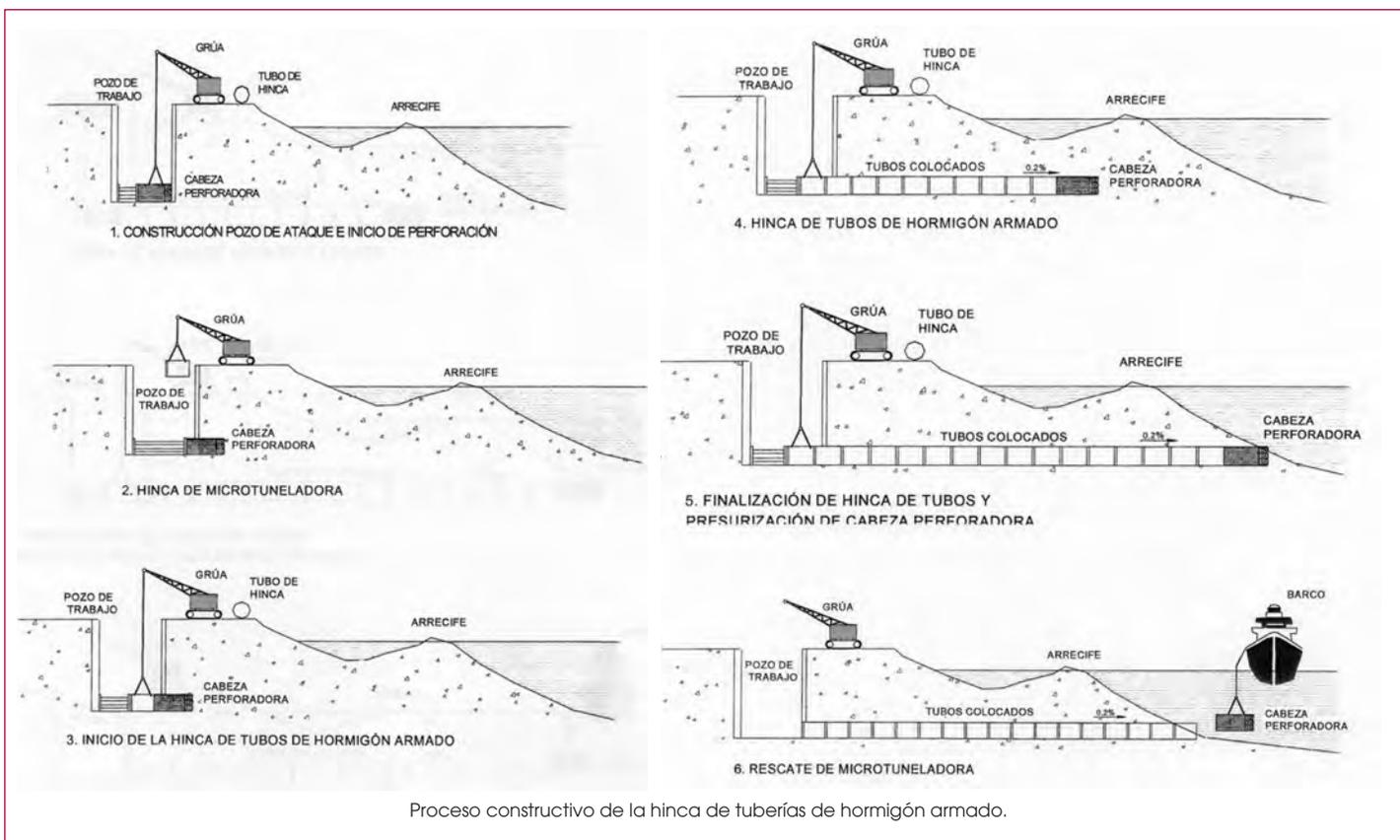
Los lastres necesarios para la ejecución de la obra son de distinta tipología, en función del momento en el que se vayan a colocar. Los de menor peso, que corresponden a los de 9 Tn, consisten en dos medias lunas de 4,5 Tn cada una, que se abrochan a la tubería mediante el empleo de tornillos galvanizados de M24. Se colocan para dar peso suficiente a la tubería para que pueda ser fondeada. Una vez realizada esa operación, se utilizan los de 12 Tn. Éstos son piezas en forma de U invertida, cuyas patas se apoyan en el fondo del mar abrazando a la tubería. Su función principal es la de dar el peso necesario a la tubería para soportar los temporales que puedan producirse con un período de retorno determinado. Finalmente se

utilizan lastres de 16 Tn con raíles atravesados, que se colocan a ambos lados de la conducción, separados varias decenas de metros, con el fin de que las redes de algún arrastrero topen con ellos antes de dañar a la tubería.

Vertido diluido de la desaladora previo al funcionamiento del emisario: protección de la pradera de *Posidonia oceánica*

Dado que los recursos disponibles en el pasado año hidrológico eran inferiores a la demanda prevista, se requirió, al objeto de evitar restricciones en el suministro a la población, la puesta en funcionamiento provisional de la desaladora del Nuevo Canal de Cartagena sin haber concluido las obras del emisario.

Para ello, la alternativa elegida fue la utilización del tramo terrestre y del microtúnel inicial del tramo marino del emisario para la realización de un verti-



do diluido del agua de rechazo a 2 metros de profundidad, que finalizó a la terminación de las obras del emisario.

El tramo marino del emisario, se realizó en sus primeros 315 metros, hasta pasar el arrecife y exactamente a dos metros de profundidad, por el procedimiento de hincada mediante microtuneladora de tubería de hormigón armado, salvando la playa, su zona sumergida y el propio arrecife sin la realización de zanja alguna. En el extremo final del microtúnel se ejecutó una derivación en T que permitió la orientación del vertido paralela a la costa y en dirección sur.

Se empleó parte del agua del mar de alimentación de la planta para diluir el agua de rechazo, disminuyendo su salinidad a valores compatibles con un vertido temporal en línea de costa o sus proximidades, hasta la finalización de las obras del emisario submarino y aplicando un programa de vigilancia ambiental específico para no producir afección medioambiental al fondo marino y espe-

cialmente a la pradera de Posidonia oceánica que se extiende a partir de los 500 m de distancia de la línea de costa.

Según un informe del Ministerio de Medio Ambiente, en el caso de vertidos al mar, los efectos de mayor impacto se producen sobre las praderas fanerógamas marinas, entre las que destaca la Posidonia oceánica, especie endémica del Mediterráneo desarrollada fundamentalmente sobre sustratos arenosos. Las praderas de esta especie están consideradas "habitat prioritario" en el Anexo 1 de la Directiva 92/43/CEE, y juegan un importante papel en los ecosistemas litorales marinos, debido a que:

- Estabilizan sedimentos y protegen la línea de costa.
- Son el principal productor primario de materia orgánica del Mediterráneo.
- Ejercen el control sobre los ciclos biogeoquímicos.
- Son habitat y refugio de biodiversidad, y suponen una importante

fente de alimentación para crustáceos, equinodermos y gran cantidad de peces.

- Constituyen una zona de reproducción de muchas especies de interés comercial.

Debido a ello, la pradera de Posidonia oceánica es el principal objetivo de protección del LIC Franja Litoral Sumergida de la Región de Murcia. El Plan de Vigilancia Ambiental atiende a la prevención, de forma prioritaria, de cualquier impacto sobre dicha pradera, estableciendo un triple sistema de indicadores de impactos sobre ella, de manera que si cualquiera de ellos da señales de afección se proceda a comunicarlo inmediatamente y pueda responderse en un plazo de pocos días (máximo 2-3 días), con un incremento de la dilución, una disminución del vertido, o incluso con el cese de la actividad de la planta desaladora. ♦



El viaducto de Arroyo del Valle fue un sueño convertido en realidad. La compleja obra de la clave del arco de este viaducto, que con sus ciento treinta y dos metros de luz y cincuenta metros de altura en clave constituye un récord mundial en puentes para ferrocarril de alta velocidad, culminó las aspiraciones de más de una decena de equipos interdisciplinarios dispuestos a afrontar desafíos difíciles. El arco, realizado con un novedoso método constructivo, está en la provincia de Madrid, en el tramo Soto del Real-Miraflores de la Sierra del nuevo acceso ferroviario LAV al Norte y Noroeste de España, y es una joya de la ingeniería civil integrada en un precioso paisaje natural.

La nueva imagen de Arroyo del Valle auna la belleza de un parque natural y los destellos de las vías que conducen al progreso sin agresiones al entorno. Ahora, cuando observamos desde las laderas de las estribaciones de las montañas próximas, divisamos al fondo un tímido hilo blanco, cual aurora de baja intensidad, que atraviesa la campiña mientras las vacas pastan en sus inmediaciones y distintas variedades de aves sobrevuelan la zona. Es, sin duda, una estampa singular para el disfrute de gente sensible y exigente.

Nadie queda indiferente al observar tanta belleza. Y todo gracias a una respuesta constructiva ajustada a las necesidades, es decir, adaptada al entorno ambiental, con una estética actual y una funcionalidad excelente. Todo después de una larga cadena de medidas de preparación porque, para la construcción del tablero de este viaducto, las empresas que realizaron la obra tuvieron que diseñar y construir una cimbra autoportante y automóvil que, por sus dimensiones y prestacio-



nes, supera a cualquier otra existente en el mercado. La técnica se puso al servicio de un proyecto concebido sobre grandes dosis de talento.

Los trabajos del diseño y ejecución del viaducto no fueron un capricho de los técnicos. Al contrario, ha sido la respuesta a las exigencias para limitar al máximo el impacto ambiental del proyecto de un nuevo trazado ferroviario, que atraviesa un parque natural regional, y de un proyecto que abre la vía LAV al Norte-Noroeste peninsular.

Hoy, cuando podemos disfrutar de los resultados del proyecto, queda patente que es posible realizar un excelente trabajo de ingeniería en un viaducto y no agredir la naturaleza. Distintos expertos y colectivos consideran que se han cumplido los objetivos porque el viaducto está en perfecta sintonía con la naturaleza del lugar, y ofrece una respuesta ejemplar desde el punto de vista cultural y social.

El año 2007 es un buen momento para analizar este sueño convertido en realidad. Ahora sabemos que el viaducto del Arroyo del Valle, con una longitud de 1.755 metros y con unas ca-

racterísticas técnicas, estéticas y ambientales muy definidas, no sólo es una importante obra del trazado del ferrocarril al Norte y Noroeste de España y una excepcional obra de ingeniería, es mucho más. Es la mirada al futuro de una obra singular que conecta las dos mesetas castellanas, con el Guadarrama y sus estribaciones como atentos vigilantes de un viaje llamado progreso y modernidad, que tiene sus raíces en la sostenibilidad.

El viaducto exigió mucho talento, destreza con máquinas de última generación y grandes dosis de cariño. Fue así como se hizo posible el sueño y, al final, la nueva obra se incrustó suavemente en un extenso valle de gran belleza paisajística, bajo la atenta mirada de la ladera de la sierra que acoge a Miraflores de la Sierra, en el oeste, y del singular perfil de Somosierra, en el norte. Es el marco perfecto para un cuadro del paisaje capaz de reflejar la relación entre la tradición y la modernidad.

Desde el viaducto, al sur de los túneles de Guadarrama, se contemplan unos paisajes que encierran siglos de





historia. No podemos olvidar que la Sierra de Guadarrama era un paso estratégico para las diversas vías de comunicación que facilitaban el paso al Norte de la Península Ibérica. Y tampoco podemos obviar que la Sierra de Guadarrama, cuyo topónimo procede de la lengua árabe, perteneció durante el siglo X al Califato Omeya de Al-Andalus, o que la localidad de Gudarrama ya recibió el título de villa-villazgo el 22 de noviembre de 1504, otorgado por Fernando El Católico (Reyes Católicos, 1474-1516), lo que suponía el derecho de jurisdicción y justicia, o que Felipe II (1555-1598) construyó en Guadarrama la llamada Casa de la Cadena para albergue de los personajes de la Corte, como lugar de etapa en su camino hacia Valladolid y Burgos. Son pinceladas de una larga historia donde Guadarrama y las comunicaciones estuvieron siempre relacionadas, hasta la edad contemporánea. Esa relación no ha terminado y el viaducto del Arroyo del Valle le ha dado una nueva pincelada a este cuadro del pasado, del presente y del futuro. La línea de alta velocidad de Madrid a Valladolid y Medina del

Campo, que se conoce como acceso ferroviario al Norte - Noroeste de España, es el camino para los trenes con dirección a Cantabria, País Vasco, Asturias, Galicia, Salamanca, León, Burgos, Palencia y Zamora. Es el paso obligado para miles de viajeros del tren de alta velocidad que podrán rememorar el pasado, analizar el presente y reflexionar sobre el futuro. El nuevo paisaje, con el viaducto del Arroyo del Valle, que tiende puentes con la naturaleza, es un incentivo y un motivo para esa necesaria mirada al futuro.

Datos de interés

Algunos datos muestran el interés social y técnico de la obra. En este apunte señalaremos los siguientes:

1. El trazado del nuevo acceso ferroviario a las provincias del Norte y Noroeste de España acorta distancias. Los 248,5 kilómetros de vía que actualmente unen las ciudades de Madrid y Valladolid se quedarán en 180 km. A partir de la inauguración del nuevo tramo, los viajeros tarda-

rán veintidós minutos en llegar a Segovia y 55 minutos en llegar a Valladolid.

2. Las obras de ampliación de la red española de alta velocidad, parte del Eje Atlántico Ferroviario Europeo, harán de dicha red una de las más desarrolladas de nuestro continente. De hecho, el nuevo acceso ferroviario al Norte y Noroeste de España está considerado por la Unión Europea como uno de los catorce proyectos prioritarios en materia de transporte para los próximos años, por formar parte del Eje Atlántico Ferroviario Europeo.
3. El viaducto, que tiene una longitud de 1.755 metros (luces entre pilas de 66 metros) y una altura máxima de 77,8 metros, es el más largo de Europa de tablero continuo. La viga tiene un canto variable que llega a ser de cinco metros en los apoyos. Todo el viaducto está en alineación recta y en rampa de 17,5 mm/m y la obra del arco, con sus 132 metros de luz y 50 metros de altura en clave, constituye un récord mundial en puentes para ferrocarril de alta velocidad. ◆



El “Puente Celosía sobre el Embalse de Buendía” dentro del proyecto global de la “Nueva carretera de conexión entre ambas márgenes del embalse de Buendía, en los términos municipales de Alcocer (Guadalajara) y Alcohujate (Cuenca)”, es una obra de infraestructura de nueva implantación que resuelve un grave problema de comunicación entre las provincias de Cuenca y Guadalajara a raíz de la construcción del embalse, suponiendo un freno urbanístico y de desarrollo para toda la comarca de Buendía, en una zona de alto valor ecológico y paisajístico.

El salto de 162 m de luz sobre el embalse de Buendía se realiza con un puente elegante, transparente, integrado sutilmente en el medioambiente en perfecta simbiosis de naturaleza y técnica. El puente de Buendía es el único en España donde una celosía metálica se curva en planta y en alzado, generando una estructura, que basada en la pasada cultura metálica del XIX, la reinterpreta en el siglo XXI.

El puente de Buendía es un ejemplo de conjunción entre el medio ambiente y la ingeniería civil, donde no sólo se busca una respuesta funcional de cruce de un pantano y el impulso de toda una comarca sino que la obra generada sea en sí bella, colaborando a crear paisaje fundiéndose con él, donde el usuario sienta esa falsa sensación de dominio de la naturaleza.

Existen unos condicionantes de partida que son fundamentales para la concepción adecuada de la estructura a proyectar y su integración medioambiental.

1. Cota de fluctuación del embalse

Es básico conocer el comportamiento de la cota de la lámina de agua del



embalse de Buendía, pues influye decisivamente en el diseño de la estructura y en su proceso constructivo, que en este caso están íntimamente ligados. La luz de la estructura viene condicionada por no colocar las pilas en zona de nivel normal del embalse.

2. Ausencia de penínsulas artificiales

Uno de los objetivos es la ausencia de penínsulas artificiales dentro del vaso del embalse.

Este objetivo obedece al deseo de minimizar la afección medioambiental y evitar futuros problemas que se pueden generar por arrastre de sedimentos en los desagües de fondo del embalse.

3. Características geotécnicas del terreno

Las pilas centrales se localizan en una zona de influencia de la dinámica del embalse, que unido a la presencia

de los primeros metros de depósitos aluviales contemporáneos de bajo consolidación, condicionan la tipología de cimentación a un pilotaje mediante pilotes columna empotrados en el estrato de areniscas con intercalaciones margo calizas, por lo que son ideales estructuras ligeras para no cargar en exceso la cimentación.

4. Integración paisajística

Es objetivo primordial buscar una solución integrada en el entorno, encajada en el valle y que compatibilice los grandes cantos de estas estructuras de gran luz con soluciones transparentes que no supongan barreras visuales y que se integren en una zona tan virgen como ésta. Las celosías son estructuras transparentes, diáfanos que dejan ver el paisaje en sus almas y que al curvarse en planta y alzado adquiere formas más adaptadas a la propia naturaleza. ♦



El Plan Estratégico de Transporte de Canarias (PETCAN) es una nueva propuesta del Gobierno de Canarias que viene a resumir y sintetizar las propuestas oficiales sobre movilidad en Canarias, en vías de ejecución o programadas.

La justificación del PETCAN, reside en la necesidad de ordenar y culminar el conjunto de medidas adoptadas por el gobierno de Canarias en materia de transportes, entre las que se encuentran los proyectos de Ley de ordenación del transporte marítimo y por carreta de Canarias, así como el Eje Transinsular de Transporte (ETIT) y la Red Transcanaria de Transporte (RTT), todo ello en el contexto de la entrada en vigor del nuevo período de cofinanciación de fondos de la Unión Europea 2007-2013, imprescindible para su materialización.

El Eje Transinsular de Infraestructuras de Transportes (ETT) pretende crear una autopista regional que permita unir cualquier punto del Archipiélago en 10 horas. Comprende infraestructuras portuarias, aeroportuarias, de carreteras y transportes, integrando los modos terrestres, marítimos y aéreos mediante nodos intermodales, pretendiendo que se constituya en eje estructurante del crecimiento, la accesibilidad y el comercio "integrando los mercados insulares aislados en un único mercado accesible a todos los productores y consumidores y, por otro, permita interconectar esta red con los sistemas de transportes continentales procurando la integración del Archipiélago en el mercado único europeo, así como las relaciones en su específico ámbito geográfico y en el sociocultural de América Central y del Sur.

La ampliación del Puerto de La estaca es una actuación que se integra en el Plan Estratégico de Transportes de Canarias (PETCAN), cuyos principales objetivos son:

La contribución a la mejor ordenación de las demandas de movilidad de viajeros y mercancías, y a que la oferta multimodal de transportes atienda a las demandas de movilidad en condiciones apropiadas de calidad y de coste y con una perspectiva sostenible a medio y largo plazo.

La configuración del sistema intermodal de transportes del Archipiélago de modo que contribuya a la consolidación de una visión unitaria, integrada y compartida de la sociedad canaria, sus intereses y sus proyectos, y del espacio socioeconómico y comercial canario, su funcionamiento y su inserción en el mercado nacional y en mercado único europeo.

El aseguramiento de que las demandas de movilidad de la población se atiendan de forma suficiente y sostenible, siendo necesario mejorar y equiparar las condiciones de accesibilidad de todos los habitantes de Canarias a las redes y a los sistemas de transporte; reduciendo el consumo de recursos y la generación de costes externos y de impactos medioambientales por causas de la movilidad, mediante el fomento de los modos públicos colectivo y la disuasión del uso del vehículo privado e impulsando la integración operacional de los sistemas públicos de transporte, hasta lograr su percepción como sistema único de prestaciones.

El Proyecto desarrollado se estructura en tres grandes actuaciones:

Vía de acceso al Recinto Portuario del Puerto de La Estaca

Las obras consisten fundamentalmente en una variante alternativa a la vía actual diferenciándose los tres tramos que se escriben a continuación

Tramo variante

El tramo tiene una longitud total de 324,492 m, constituyendo un trazado alternativo al actual acceso al puerto y prolongación a Timijiraque.

Tramo urbano

Este tramo comprende un nuevo acceso al Puerto de la Estaca desde la intersección diseñada para dar acceso a Timijiraque transcurrido todo el trazado por la zona litoral con una pendiente muy suave y curvas de radios amplios por lo que se suprime el carril de vehículos pesados proyectado para el tramo descrito anteriormente.

La longitud total de este tramo es de 485 m.

Tramo portuario

Este tramo conecta el acceso al Puerto desde el final de la vía litoral hasta el puerto existente. Consiste en un relleno ganado al mar creándose una plataforma de ancho variable defendido con una protección de escollera de 2 Tn que corona a una altura de 5,60 m superior a la vía de proyecto que discurre horizontalmente a la cota +4,00 para conectar con la infraestructura existente.





Esta vía tiene una longitud total de 315 m de los cuales los primeros 210 m se corresponden con la sección del tramo portuario.

Ampliación del Puerto

La obra, consiste en ampliar la línea de atraque y la superficie actual de dicho puerto y se divide en las cinco actuaciones siguientes:

- Tratamiento de mejora del terreno de cimentación, que consiste en la colocación de una membrana de geotextil bajo el muelle cruceros y muelle ferrys, mejora del terreno dentro de la zona destinada a dársena deportiva mediante dragado del fango y

aporte de un material granular de sustitución, vertiendo el mismo (si el material dragado es adecuado) sobre el geotextil, y en caso de no reunir las condiciones exigidas se verterá material de cantera.

- Prolongación del dique abrigo existente mediante un dique mixto (muelle cajones y dique talud) y un dique vertical de cajones. El muelle actual se adelanta 21 m. mediante un muro de bloques de hormigón con chimeneas para formar una plataforma de preembarque.
- Creación de una dársena deportiva (interior puerto) mediante un dique talud con morro vertical antirreflejante en la cara exterior y bloques de

hormigón con chimenea que forman una zona abrigada equipada con pantalanes flotantes de hormigón cuyo acceso se consigue por pasarelas de aluminio. Dicho dique de abrigo incluirá instalaciones de servicio (foso, muelle grúa y de combustible, rampa varada..).

- Construcción de una explanada terrestre (interior puerto) protegida por un talud de escollera, donde se ubicarán: playa mercancías, almacenes, aparcamientos y distintos servicios.
- Obras complementarias: pavimentos, urbanización, balizamiento, canalizaciones técnicas e instalaciones para servicio del puerto. ♦



Esta obra hidráulica, construida a escasos kilómetros de Huesca, permite mejorar notablemente el suministro de agua de boca a la ciudad de Huesca, con restricciones en el verano de 2006. Además, revitalizará una parte de las tierras de la Hoya de Huesca, mejorando el regadío de 6.350 Ha.

Las actuaciones más relevantes encaminadas a la preservación y conservación del medio natural, así como la minimización de impactos ambientales durante la fase de ejecución de las obras ponen de manifiesto el compromiso de todas las partes implicadas con la protección del medio ambiente.

Entre las actuaciones más relevantes, cabe destacar:

- Reciclado o aprovechamiento de madera procedente de la deforestación.
- Aprovechamiento de la zona de embalse muerto para el depósito de sobrantes de materiales.
- Reapertura de un acopio de materiales sobrantes para su utilización en la ejecución del núcleo impermeable de la ataguía.
- Aprovechamiento de una de las zonas de acopio para ejecución de balsas de decantación para el lavado de áridos, y como zona de vertido de materiales inertes al final de su uso.
- Desmontaje y traslado del puente romano de Fornillos, que resulta afectado aguas abajo del embalse. Cambio que ha supuesto, (al revisar el proyecto), explotar solamente 4 de las 60 hectáreas previstas en la cantera de extracción de áridos, así como la ejecución del hormigón con los áridos por vía seca, en lugar de por vía húmeda como estaba previsto.
- Acopio y reutilización de los excedentes de materiales para la restau-



ración de canteras, adecuación de fincas y revegetación del entorno.

Las medidas ambientales adoptadas para las instalaciones auxiliares han sido las siguientes:

Planta de Fabricación de Hormigón

- Instalación de una depuradora para tratar las aguas procedentes de la actividad de la planta de hormigón
- Análisis periódicos de la calidad de las aguas
- Protección de los silos con cubetos con el fin de recoger los posibles derrames accidentales de material que en su interior se pudiesen encontrar: cemento, cenizas, aditivos, etc.
- Utilización de filtros en los silos de cemento y cenizas para evitar emisión de polvo y partículas a la atmósfera en las operaciones de recarga.
- Carenado de las cintas de transporte de árido desde las básculas hasta la amasadora.
- Ejecución de balsas de decantación para lavado de elementos de hormi-

gonado en planta e inyección en el paramento de la presa.

Instalación de tratamiento de áridos

- Alimentación a la planta de hormigón mediante cintas alojada en túneles.
- Disposición de filtros de mangas y ciclones en las partes donde más polvo se producía.
- Instalación de un sistema de caída de áridos compuesto por una tubería metálica y unas clapetas que evitaban la formación de polvo.
- Instalación de un recinto cerrado con cortinas de lona para evitar la dispersión de polvo en la zona de descarga de materiales de cantera desde los camiones.
- Ejecución de balsas de decantación en una zona de vertido de materiales sobrantes.
- Aprovechamiento de los lodos resultantes del lavado de áridos para restauración de la zona de extracción de los materiales empleados en la ejecución de la ataguía.
- Medidas de protección de derrames al suelo. ♦



El río Arenoso es uno de los pocos afluentes del Guadalquivir, con aportaciones significativas que no ha sido objeto de regulación.

La dificultad de construir presas en el río Guadalquivir, debido a las afecciones graves que los correspondientes embalses ocasionan en núcleos urbanos, zonas cultivadas, vías de comunicación y grandes infraestructuras hacen necesario acometer la regulación de sus afluentes en su margen derecha.

El río Arenoso presenta unas características geomorfológicas y topográficas idoneas para acometer una regulación de su propia cuenca, así como las necesarias obras complementarias para la regulación general de la cuenca del Guadalquivir.

Descripción de las obras proyectadas

Se trata de una presa de materiales sueltos, de 1.481 metros de longitud en coronación, con taludes exteriores 1:7 y dos bermas en el paramento de aguas abajo.

Dispone de un núcleo central amparado lateralmente por sendas zonas de material procedente de los préstamos del interior del vaso: Zamoranos, Alejandro, Posturales y Martinicos, que pueden tener permeabilidad superior a 10^{-6} cm/s. Los espaldones son de escollera de las canteras situadas aguas arriba de la presa en la ladera izquierda, separados de las zonas anteriores por un filtro, que aguas abajo enlaza con un dren chimenea. Se dispone riprap en el paramento de aguas arriba. La ataguía queda incorporada al cuerpo de presa.

Analizamos a continuación los aspectos conceptualmente relevantes del proyecto:

El núcleo, de anchura considerable previsto en el Proyecto 09/93, está concebido como un todo procedente de los préstamos de Alejandro, Posturales y Martinicos.

Los Estudios Complementarios de Materiales llevan a diseñar un núcleo zonado, en el que su parte central se dimensiona con anchura de 3 m en coronación y taludes laterales de 0,2, tipología que entra dentro de lo que Sherard califica de "núcleos anchos" de muy improbable fisuración.

Amparando esta zona central del núcleo se diseñan a ambos lados de la misma, dos zonas de materiales procedentes de uno de los préstamos antes citados, hasta los límites que constituyen el núcleo del Proyecto 09/93. De esta forma se consigue tener una zonificación de los préstamos, con impermeabilidad garantizada en la zona de núcleo central propiamente dicho, y dos zonas laterales en que la impermeabilidad no es condición necesaria.

Para quedar del lado de la seguridad, se ha calculado la estabilidad de la presa suponiendo que, tanto la zona central como las laterales descritas, son impermeables y admiten presión intersticial en las situaciones de embalse lleno, desembalse rápido y final de construcción.

Separando la zonificación descrita de los espaldones se disponen sendos filtros, para evitar la posible emigración de finos hacia los huecos de la escollera. El filtro de aguas-abajo se prolonga bajo el espaldón correspondiente de escollera, de forma que completa un dren chimenea, y constituye un filtro inverso para evitar el posible aporte de finos procedentes del cimientó.

Los espaldones exteriores están constituidos por escollera procedente de grauwacas, pizarras y/o cuarcitas, disponibles en distintas formaciones de la ladera izquierda, pudiéndose utilizar materiales de conglomerados en la zona inferior del espaldón. En esta hipótesis se ha calculado la estabilidad al deslizamiento.

Para determinar los taludes exteriores se ha realizada el correspondiente Estudio de Estabilidad de Taludes, de acuerdo con el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses, que no existía

cuando se realizó el Proyecto 09/93. Para ello se ha tenido en cuenta la nueva definición de "Sismo de Proyecto" y "Sismo Extremo". Los taludes resultantes son 1,7 aguas arriba y aguas abajo. En el talud de aguas abajo se disponen, como es usual en una presa de esta altura, dos bermas no sólo para inspección exterior sino para facilitar la disposición de la instrumentación para el control. Al pie del talud se establece un repie protector de escollera.

La galería de visita está excavada y encajada dentro de una masa de hormigón bajo el núcleo y en el eje del mismo, evitándose de este modo la inestabilidad y el consiguiente agrietamiento del núcleo.

En los Estudios Complementarios realizados se asocia la vaguada situada en margen izquierda a una de las familias de falla. Es preciso alejar el asiento del núcleo central de esta vaguada, para evitar problemas de lavado del contacto, especialmente durante el primer llenado. En consecuencia, se ha variado el eje de la presa del Proyecto 09/93 en este estribo izquierdo, desplazándolo hacia aguas abajo.

La parte superior del estribo izquierdo corresponde a la divisoria Arenoso-Guadalquivir con fuerte gradiente desde el embalse a la cuenca del Guadalquivir. Los estudios geológicos-geotécnicos complementarios realizados para este Proyecto, acusan permeabilidades (entre 10^{-4} y 10^{-5} cm/s) características de un material semipermeable. Se ha previsto una pantalla de bentonita-cemento en continuidad con la pantalla convencional, que se extiende a toda la parte superior del estribo izquierdo y embocadura de entrada del aliviadero, continuando, paralela al embalse y siguiendo la divisoria Arenoso-Guadalquivir, hasta el final de la formación permeable, alcanzando la cota topográfica de coronación de la presa (215,00 m.s.n.m.), hasta la cual se extiende el cuerpo de presa. ♦

