

# EL Pirineo,



► Nueva calzada sentido Jaca vista desde la boca norte del túnel de Caldearenas, con los Pirineos de fondo.

Doblegado el mayor obstáculo montañoso  
para el avance de la autovía A-23 en Huesca

más  
cerca

Ingenierías y Constructoras bajo la dirección de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón han dado un paso casi definitivo para culminar el trazado de la autovía A-23 a su paso por el alto prepirenaico de Monrepós, el gran obstáculo orográfico para el avance de esta infraestructura al norte de Huesca. A finales de marzo entraron en servicio nuevos tramos de este trazado montañoso, que suman 17 kilómetros de autovía e incluyen las últimas obras de envergadura en este puerto que da acceso al Pirineo oscense y Francia, entre ellas el segundo mayor túnel en territorio de Aragón. Se trata de una de las grandes obras viarias promovidas por el Ministerio de Fomento en los últimos años.

**La autovía Sagunto-Jaca** o Mudéjar (A-23) es una infraestructura básica para la vertebración del noreste peninsular que ejerce como principal corredor norte-sur del extenso territorio de Aragón, enlazando sus tres capitales y conectando el Mediterráneo con el Pirineo y con Francia a través del túnel de Somport; además, la unión del tramo Huesca-Jaca de la A-23 con las autovías Pamplona-Jaca (A-21) y Huesca-Lleida (A-22) servirá como alternativa de gran capacidad al corredor del valle del Ebro para comunicar la cornisa cantábrica con Cataluña. Esta autovía de 420 kilómetros (360 en Aragón y el resto en la Comunidad Valenciana) es uno de los grandes ejes que contribuyen a contrarrestar la radialidad de la red española. La financiación y ejecución por el Ministerio de Fomento de este eje, construido como duplicación de las carreteras N-234 (entre Sagunto y Retascón) y N-330 (entre Retascón y Jaca), se inició a mediados de los años 90 y actualmente está en servicio en la mayor parte del trazado, restando la ejecución de una treintena de kilómetros en el Alto Aragón (Huesca).

Al norte de esta provincia se sitúa el principal obstáculo orográfico para la conversión de la carretera N-330 en la nueva A-23 y su avance hacia el Pirineo, el puerto prepirenaico de Monrepós, punto más alto en el trazado de la autovía (1.280 metros),



► Boca del túnel de Escusaguas.

con problemas de vialidad invernal y retenciones, particularmente en fines de semana y festivos. En este escenario montañoso, de gran complejidad geotécnica y geológica e importante valor ambiental, se han construido desde 2007 cinco tramos de autovía en general mediante un nuevo trazado para una de las calzadas y el acondicionamiento de la N-330 para la segunda. Se trata de una actuación de gran magnitud, tanto por su elevada inversión (cerca de 445 M€) como por el gran esfuerzo de ingeniería desplegado (el recorrido de estos tramos incluye ocho túneles, 12 viaductos, numerosas estructuras y cuatro enlaces), por lo que se considera como una de las grandes obras viarias desarrolladas por el Ministerio de Fomento en los últimos años. A estas dificultades se suma la compatibilización de los trabajos con el mantenimiento del tráfico en la N-330, con una intensidad de casi 9.000 vehículos diarios.

Esta obra está cerca de su culminación tras la puesta en servicio, el pasado 21 de marzo, de los tramos Alto de Monrepós-Caldearenas y Caldearenas-Lanave, en la cara norte del puerto, más la apertura de una de las calzadas del tramo Congosto de Isuela-Arguis, en la cara sur, que se suman a los tramos ya operativos desde 2014 (Nuevo-Congosto de Isuela y Arguis-Alto de Monrepós) y 2018 (subtramo Belarra-Lanave, del tramo Caldarenas-Lanave). Los nuevos tramos añaden 17 kilómetros de gran capacidad que mejoran la seguridad viaria, aumentan la capacidad de la infraestructura respecto a la existente y ahorran 3,5 kilómetros de recorrido en el sentido Jaca y 1,5 kilómetros en el sentido Huesca; con ello, el puerto que separa Huesca del Pirineo se cruza ahora en menos de 25 minutos, cuando antes de las obras se necesitaban del orden de 45 minutos y con posibilidades de

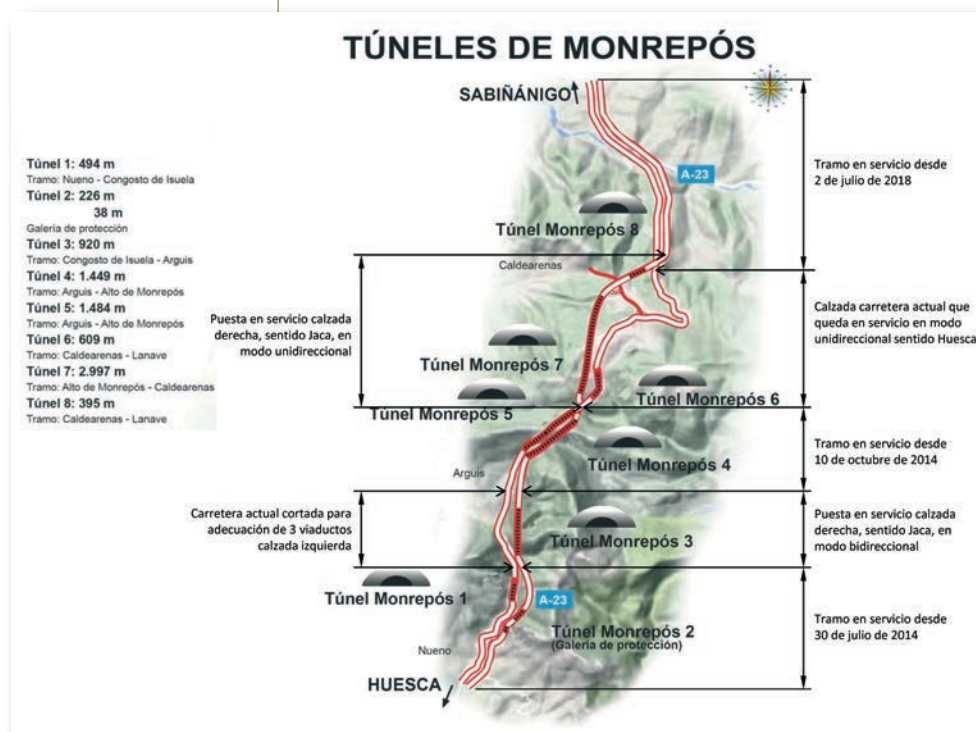
## Un conjunto de túneles inteligentes

El trazado de la autovía A-23 en el puerto de Monrepós incluye el paso por ocho túneles, seis de nueva construcción que suman más de 6.500 metros y otros dos que ya daban servicio a la carretera N-330, conformando un conjunto discontinuo de más de 8.600 metros bajo tierra que no tiene parangón en la red aragonesa. Para su identificación han sido bautizados con el nombre de Monrepós y numerados de 1 al 8, aunque algunos tienen también su propia denominación. Se trata de los túneles de Monrepós 1 o de Nueno (494 metros), Monrepós 2 (226 m y 38 m, que son galerías de protección), Monrepós 3 o de Arguis (920 m), Monrepós 4 (1.449 m), Monrepós 5 (1.484 m), Monrepós 6 (609 m), Monrepós 7 o de Caldearenas (2.997 m) y Monrepós 8 o de Escusaguas (395 m). Todos ellos se han ejecutado según el Nuevo Método Austriaco, en fases de avance y destroza. En los días previos a la puesta en servicio de los tramos se realizó en los nuevos túneles (Monrepós 3, 7 y 8) un simulacro conjunto coordinado con los organismos de seguridad y protección civil para evaluar su actuación ante un hipotético caso de emergencia.

Los túneles han sido equipados con las últimas innovaciones en seguridad (señalización variable, comunicaciones y red de postes SOS, Detección Automática de Incidentes, videovigilancia mediante CCTV, megafonía, radiocomunicaciones, detección de incendios, control de la iluminación y ventilación, supervisión del suministro eléctrico...). Este conjunto de túneles, con el de Caldearenas a la cabeza, se encuadra en una nueva generación de infraestructuras inteligentes cuya explotación es gestionada con

critérios de máxima seguridad y de forma remota, en este caso desde el Centro de Control de Túneles de Monrepós, situado junto a la boca norte del túnel de Arguis. Todos los sistemas de seguridad de los túneles, tanto los antiguos como los nuevos, han sido integrados en una plataforma abierta de gestión centralizada, denominada Platon, que permite monitorizar y controlar de forma global y en tiempo real todo el conjunto (más otros tres túneles de la carretera N-260) desde un único puesto situado en el centro. Con este innovador *software* los gestores de la infraestructura pueden adoptar

decisiones en tiempo real para optimizar la explotación y el mantenimiento, así como actuar con rapidez ante una emergencia para garantizar la seguridad de los usuarios. La explotación también se puede gestionar a nivel local para cada túnel desde la plataforma de control y supervisión de datos (SCADA) implantada en cada uno de los subterráneos.





► Primeros vehículos accediendo al nuevo túnel de Caldearenas.

atascos. El trazado montañoso quedará completado con el acondicionamiento de la calzada dirección Huesca del tramo Congosto de Isuela-Arguis, ya en marcha, y será entonces cuando Monrepós quede definitivamente «domesticado». Al norte del puerto, para culminar el trazado de la A-23 en Huesca restan tres tramos en el entorno de Sabiñánigo y Jaca, uno de los cuales ya está en la fase de licitación.

El Ministerio de Fomento ha destinado 217,7 M€ a la obra de los nuevos tramos puestos en servicio en marzo, cuya inversión total se eleva a 227,5 M€ una vez sumado el importe de las expropiaciones y de las asistencias técnicas de redacción de los proyectos y de control y vigilancia de las obras. La construcción de estos tramos —reactivada entre 2014 y 2016 tras la paralización de obras en 2010 debido a la coyuntura económica— ha incluido las últimas actuaciones de ingeniería de envergadura en el puerto, entre ellas tres túneles que totalizan más de 4,3 kilómetros. Las obras han contado con la participación de algunas de las grandes constructoras españolas, que han estado bajo la dirección de ingenieros de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón. A continuación se detallan las características de cada uno de los tramos:

## Congosto de Isuela-Arguis

La obra de este tramo, segundo de la subida a Monrepós en la cara sur y el más corto del puerto (3,3 kilómetros), se adjudicó en abril de 2007 a la constructora FCC, con proyecto redactado por la inge-



► El túnel de Caldearenas (2.997 metros) es el segundo más largo de Aragón tras el de Somport.

nería Cipsa-Consulpal. Tras su paralización en 2010, el Ministerio de Fomento la reactivó en febrero de 2016, siendo su inversión total de 64,1 M€. El trazado se desarrolla en dirección sur-norte y está formado por tres ejes: la carretera N-330 existente, aprovechada una vez acondicionada como calzada dirección Huesca, un túnel que conforma la mayor parte de la calzada dirección Jaca y un subtramo final donde ambas calzadas discurren en paralelo hasta el tramo contiguo.

En marzo pasado entró en servicio temporalmente de forma bidireccional el túnel y parte de la calzada dirección Jaca hasta el enlace de Arguis, con una longitud conjunta de 2,3 kilómetros, lo que ha permitido liberar la otra calzada (la N-330) para rehabilitar y adaptar a la normativa vigente los tres viaductos existentes sobre el río Isuela. Esta tarea se prolongará previsiblemente hasta finales del verano. Con anterioridad, en julio de 2018, se hizo una puesta en servicio parcial, a falta de capa de rodadura, del último kilómetro del tramo (construido como duplicación de la N-330), entre

el enlace de Arguis y la unión con el tramo Arguis-Alto de Monrepós que le da continuidad.

El tramo, situado entre los municipios de Nueno y Arguis, comienza en una recta larga cercana al cerro de Malvachizo y finaliza antes del túnel Monrepós 4, ya existente. Se trata de uno de los tramos de mayor complejidad técnica del puerto ya que el trazado se desarrolla en un entorno orográfico difícil, a través de un estrecho congosto (desfiladero), en la proximidad del embalse de Arguis y del río Isuela, lo que ha condicionado las actuaciones. Las características de la sección transversal son las habituales para este tipo de vías (dos calzadas con dos carriles de 3,50 metros de anchura cada uno, arcenes exteriores de 2,50 metros e interiores de 1 metro). El firme está constituido por una base de 25 centímetros de zahorra artificial y un paquete de mezclas bituminosas en caliente de 20 centímetros, con variaciones según zonas.

Como elemento singular destaca el túnel Monrepós 3 o de Arguis, de 920 metros de longitud, que dispone de tres galerías de evacuación al exterior. En las dos calzadas se han dispuesto diversas estructuras para salvar la orografía local, entre ellas dos viaductos (el mayor, de 170 metros de longitud) adicionales a los tres ya existentes, tres pasos inferiores y diversos muros de contención de tierras para sostener la plataforma y evitar eventuales desprendimientos. Al final del tramo se ha dispuesto un enlace con tipología de diamante para conectar con la localidad de Arguis.

## Alto de Monrepós-Caldearenas

El contrato de este tramo se adjudicó en junio de 2009 a Acciona Infraestructuras y el proyecto fue redactado por la consultora Idom. La inversión global del Ministerio de Fomento en la obra ha ascendido a 120,1 M€, siendo la más costosa del conjunto.

El tramo lo forma únicamente la calzada dirección Jaca de la autovía, totalmente de nueva construcción, ya que la otra calzada (sentido Huesca) la aporta la N-330 acondicionada, objeto del contrato del tramo Caldearenas-Lanave. El nuevo trazado, de 4.083 metros de longitud, se inicia en la boca norte del túnel Monrepós 4 y, tras salvar el río Flumen sobre el viaducto existente, cruza bajo la calzada dirección Huesca en el inicio del túnel Monrepós 7 o de Caldearenas, tubo unidireccional de 2.997 metros, segundo túnel más

largo en el territorio de Aragón tras el de Somport, cuya salida ya se sitúa en la cara norte del puerto. Se completa con 1.086 metros a cielo abierto que finalizan en el enlace de Caldearenas. El tramo acorta la longitud del recorrido para el sentido Jaca de la A-23 en 2,6 kilómetros, con una mejora sustancial para la vialidad invernal al cruzar a una altitud menor que la cota del puerto. Como características, el tramo presenta un radio mínimo en planta de 600 metros y pendiente máxima del 6,3%, disponiendo de sección tipo y firme similares al resto de los tramos, con muy ligeras variaciones.

El túnel de Caldearenas, principal obra de ingeniería del trazado de Monrepós, se ha construido según el Nuevo Método Austriaco mediante perforación y voladura en avance y destroza, excavándose únicamente desde la boca norte dadas las afecciones al tráfico que hubiese supuesto el hacerlo también por la boca sur. Con una sección libre de 85,5 m<sup>2</sup>, dispone de falsos túneles en las bocas sur (115 metros) y norte (32,5 metros). Este túnel es un modelo de seguridad, con un diseño y un equipamiento orientados a minimizar incidencias en su interior. Dispone de una galería de evacuación paralela de 21 m<sup>2</sup> de sección con conexiones al túnel cada 350 metros, coincidentes con la ubicación de siete refugios peatonales, así como de 19 estaciones de emergencia (cada 150 metros) y 40 de estaciones intermedias (cada 50 metros), equipadas con material antiincendios. Incorpora asimismo tres apartaderos de geometría singular para prevenir choques frontales, con una transición del hastial de cierre del apartadero en el sentido de la marcha de los vehículos con un ángulo de desviación respecto al eje muy reducido (2,86 grados). En el hastial en el que se encuentran los refugios dispone del denominado hilo de Ariadna para guiar la evacuación hacia un lugar seguro en casos de nula visibilidad.

Entre los equipamientos destaca la alimentación eléctrica con doble acometida para casos de caída de red, un sistema de ventilación inteligente que define previamente situaciones de incendio, una red de hidrantes y bocas de incendio (BIE) alimentadas por un depósito de agua recuperada del drenaje, un sistema de comunicaciones mediante cable radiante que permite soportar las distintas frecuencias de los servicios de emergencia y un CCTV con 53 cámaras digitales y ocho cámaras termográficas que permiten visualizar el interior del túnel en ambiente con humo e incluso detectar un incendio precozmente. Además, el de Caldearenas es uno de los primeros túneles de la red viaria es-



► Nuevo trazado del tramo Caldearenas-Lanave en la cara sur del puerto. En primer plano, el viaducto sobre el río Guarga.



▶ Viaducto del Fontanal.

pañola que dispone de iluminación íntegra con tecnología LED e incorpora un novedoso sistema de gestión con control punto a punto que permite regular la intensidad de luz de cada luminaria para distintos escenarios (se han definido hasta 26), con la consiguiente optimización del consumo eléctrico; también incorpora una iluminación de guiado con alternancia de *hublots* (balizamientos luminosos) azules que indican la distancia de separación a mantener entre vehículos. Todos estos sistemas, además de otros más tradicionales, han sido integrados en una plataforma de gestión local que a



▶ Enlace de Lanave.



## Los tramos del puerto

Tramo	Longitud calzadas (km)	Inversión total (M€)	Estado	Puesta en servicio
Nueno-Congosto de Isuela	5,0 (Huesca-Jaca) 4,8 (Jaca-Huesca)	60,4	En servicio	Julio 2014
Congosto de Isuela-Arguis	3,1 (Huesca-Jaca) 3,3 (Jaca-Huesca)	64,1	En servicio/obras	Marzo 2019
Arguis-Alto de Monrepós	2,8 (Huesca-Jaca) 3,2 (Jaca-Huesca)	85,3	En servicio	Octubre 2014
Alto de Monrepós-Caldearenas	3,8 (Huesca-Jaca) 0,0 (Jaca-Huesca)	120,1	En servicio	Marzo 2019
Caldearenas-Lanave	6,6 (Huesca-Jaca) 12,8 (Jaca-Huesca)	114,9	En servicio	Marzo 2019
<b>TOTAL</b>	<b>21,5 (Huesca-Jaca)</b> <b>24,2 (Jaca-Huesca)</b>	<b>444,9</b>		

Fuente: DCE en Aragón

su vez es gestionada desde una Plataforma Superior que controla de forma remota todos los túneles de Monrepós.

En el tramo a cielo abierto se han ejecutado los viaductos del Pílon (35 metros) y del Palomar (175 metros), que salvan sendas vaguadas. Ambas estructuras son de vanos isostáticos, con tableros formados por dos vigas artesas de 1,75 metros de canto y losa de compresión de 12 centímetros de hormigón armado y una anchura de 11,80 metros, siendo la cimentación directa. En cuanto al movimiento de tierras, se han ejecutado dos grandes desmontes a la salida del túnel, con altura máxima de 37 metros, y un terraplén de 21 metros de altura, habiendo sido el volumen de tierras excavado de más 500.000 m<sup>3</sup>.

### Caldearenas-Lanave

La construcción de este tramo fue adjudicada en abril de 2008 a la unión temporal de empresas formada por Ferrovial y Compañía de Obras Castellijos, con proyecto de ingeniería de Esteyco. Las obras, paralizadas en 2010, fueron retomadas en mayo de 2014. La inversión global en este tramo ha sido de 114,9 M€.

El trazado, que recorre la cara norte del puerto, presenta tres partes diferenciadas: una calzada

única sentido Huesca, de 8,5 kilómetros, que atraviesa la cumbre del puerto a 1.280 metros de altitud y que se apoya en la N-330, cuyas características se han mejorado, habiendo funcionado hasta ahora en sentido bidireccional; un subtramo intermedio de nuevo trazado, de 2,2 kilómetros, que conforma la calzada única sentido Jaca como prolongación del tramo Alto de Monrepós-Caldearenas; y un subtramo final de doble calzada, de 4,5 kilómetros, que cruza el río Guarga a la cota 715 metros, habiendo entrado en servicio en julio de 2018.

El tramo dispone de dos enlaces: el primero permite el acceso a Caldearenas y la realización de un cambio de sentido, mientras que el segundo, en el extremo final, denominado enlace de Lanave, con tipología de glorieta elevada, conecta con la carretera N-330, todavía pendiente de duplicar, y con la carretera de La Guarguera. Se han ejecutado 17 estructuras para asegurar la permeabilidad frente a los caminos, pasos de fauna y cauces interceptados, destacando entre ellas los viaductos del río Guarga, Atos y Fontanal. Por su singularidad se distinguen el que salva el río Guarga, de 350 metros de longitud, que fue puesto en servicio en julio de 2018 (ver *Revista del Ministerio de Fomento* n° 677), y el que cruza sobre el barranco del Fontanal, de 465 metros de longitud, una estructura isostática de vigas prefabricadas que corrige la curva más cerrada del tramo.



► Cruce de calzadas en el tramo Caldearenas-Lanave: la nueva calzada sentido Jaca atraviesa en el túnel de Escusaguas y la calzada sentido Huesca acondicionada sigue el trazado de la antigua N-330.

En la calzada sentido Jaca se ha construido el túnel Monrepós 8 o de Escusaguas, tubo unidireccional de 395 metros de longitud que también se ha ejecutado según el Nuevo Método Austriaco e igualmente ha sido dotado con el equipamiento exigido por el Real Decreto 635/2006 sobre instalaciones de seguridad en túneles en la Red de Carreteras del Estado. Paralelamente, en la calzada sentido Huesca, se han adecuando a esa normativa las instalaciones del túnel Monrepós 6 (609 metros) ya existente, construyéndose además una galería de evacuación.

Cabe destacar en este tramo el deslizamiento de la ladera sobre la calzada sentido Huesca a la altura del pk 602,5 de la N-330 cerca de la coronación del puerto, provocado por una acumulación inusual de lluvias en el mes de abril de 2018, que obligó a cerrar la carretera en este punto. Esta incidencia

se resolvió mediante la ejecución de un viaducto de 70 metros de longitud y 12,20 metros de anchura, formado por un tablero de vigas cajón prefabricadas con estribos y pilas cimentados con micropilotes de hasta 20 metros de profundidad.

Todos estos proyectos han incluido obras de drenaje transversal y longitudinal, la ordenación ecológica, estética y paisajística del terreno y la restauración, consolidación y estabilización de los taludes, así como hidrosiembras y plantaciones de especies autóctonas. En cuanto a instalaciones, en todos los tramos se ha implantado una red de comunicaciones de fibra óptica para facilitar información sobre el estado de la calzada e incidencias del tráfico mediante estaciones meteorológicas y puntos de videovigilancia.

Javier R. Ventosa / Fotos: DCE Aragón