

# Avanza la ejecución del nudo de Bergara, punto de conexión de los tres ramales de la **Y vasca**

El verde y abrupto territorio que domina el imponente macizo de Udalaitz, a caballo entre Bizkaia y Gipuzkoa, es el escenario de la obra de plataforma del nudo de Bergara, infraestructura de la Y vasca donde se bifurcará la conexión de Alta Velocidad que unirá el centro peninsular con las tres capitales vascas y con Francia. La construcción del nuevo trazado, con más de 20 kilómetros de túneles bajo el macizo, altos viaductos y escasos tramos a

cielo abierto, es la actuación más exigente de la Y vasca y un desafío técnico, geológico y ambiental de primer orden. El grado de ejecución de la plataforma supera el 80%. En este reportaje se detallan las principales estructuras de ingeniería del estratégico nudo que promueven el Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible y Adif Alta Velocidad (AV).

● Texto: Javier R. Ventosa

Bocas de los túneles de Karraskain y viaducto de Gabaundi, inicio de la bifurcación de la línea hacia Bilbao y San Sebastián. Al fondo, el macizo de Udalaitz.

## Territorio Udalaitz



## Continúan los trabajos

de construcción de la línea Vitoria/Gasteiz-Bilbao-San Sebastián/Donosti-frontera francesa, conocida como Y vasca, que formará parte del Corredor Atlántico de la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T). Esta línea de doble vía electrificada de ancho estándar, diseñada para tráfico mixto y velocidad máxima de 250 km/h, cuya inversión final se estima en 6000 M€, conectará Euskadi con el centro peninsular mediante la LAV Madrid-Valladolid-Vitoria y con el Mediterráneo a través del Corredor Navarro,

además de enlazar las tres capitales vascas entre sí y con Francia. Su construcción se ha dividido en dos grandes tramos: Vitoria-Bilbao (90,8 kilómetros, en las provincias de Álava y Bizkaia), financiado, proyectado y con dirección de obra de Adif AV; y Bergara-Astigarraga (60 kilómetros, en Gipuzkoa), encomendado al gestor de infraestructuras vasco ETS y con financiación adelantada por el Gobierno autonómico y luego descontada del Cupo. Varios tramos en los extremos de la Y completarán los 180,5 kilómetros que tendrá el nuevo trazado.

Actualmente se ultima la construcción de la plataforma de los dos grandes tramos de la Y, cuyo trazado discurre en más de un 70 % por túneles y viaductos para salvar el accidentado relieve de los valles vascos y preservar el entorno ambiental. También se construyen las nuevas estaciones de San Sebastián e Irún. De los 45 tramos que tendrá la plataforma, 30 están finalizados y 10 se encuentran en obras, con la previsión de terminarlos a finales del primer semestre de 2025, según avanzó en enero el secretario de Estado de Transportes y Movilidad Sostenible. La obra de plataforma de los tramos que completarán el trazado (túnel de acceso a la futura estación soterrada de Bilbao, integración en Vitoria, nudo de Arkaute y dos tramos entre Astigarraga y Behobia), en fase de proyecto, se abordará más adelante.

### Encrucijada de vías

En el corazón de la futura línea, en el punto donde convergen las tres patas que forman la Y, Adif AV tiene encomendado el proyecto y dirige la construcción del nudo de Bergara, infraestructura con forma de triángulo invertido en cuyos vértices se encuentran las localidades de Elorrio, Bergara y Mon-

dragón-Arrasate, a caballo de las provincias de Bizkaia y Gipuzkoa. Se trata de un nudo clave para la distribución de tráficos ya que, cuando entre en servicio, permitirá la bifurcación de la línea de Alta Velocidad procedente de Madrid hacia Bilbao o hacia San Sebastián y Francia, además de ejercer como nexo entre los tres ramales que comunicarán las tres capitales vascas entre sí y con el país vecino. Es, por tanto, una futura encrucijada de vías donde se cruzarán los ejes Vitoria-San Sebastián, Bilbao-Vitoria y San Sebastián-Bilbao.

La construcción del nudo, ubicado en un entorno natural de verdes valles dominado por la presencia del macizo de Udalaitz, es todo un desafío para la ingeniería y la construcción. El accidentado relieve y la compleja geología, unidos a la necesidad de preservar el medioambiente de la zona, han sido los grandes condicionantes para Adif AV y para la ingeniería pública Ineco a la hora de diseñar y construir el trazado de este triángulo ferroviario de unos 23 kilómetros de longitud, formado por ejes de vía única y de vía doble. Para superar estos condicionantes, el trazado se ha proyectado en su mayor parte de forma subterránea a través de una sucesión de túneles y en menor medida en altura sobre viaductos para eliminar o mitigar las afecciones al entorno, reduciendo al mínimo los tramos en superficie. Buena muestra de ello son los lados este y norte del triángulo, donde estos tramos apenas superan el 7 % del trazado. Este porcentaje da una idea de la magnitud de la obra civil del nudo, probablemente la más compleja y exigente del trazado de la Y vasca.

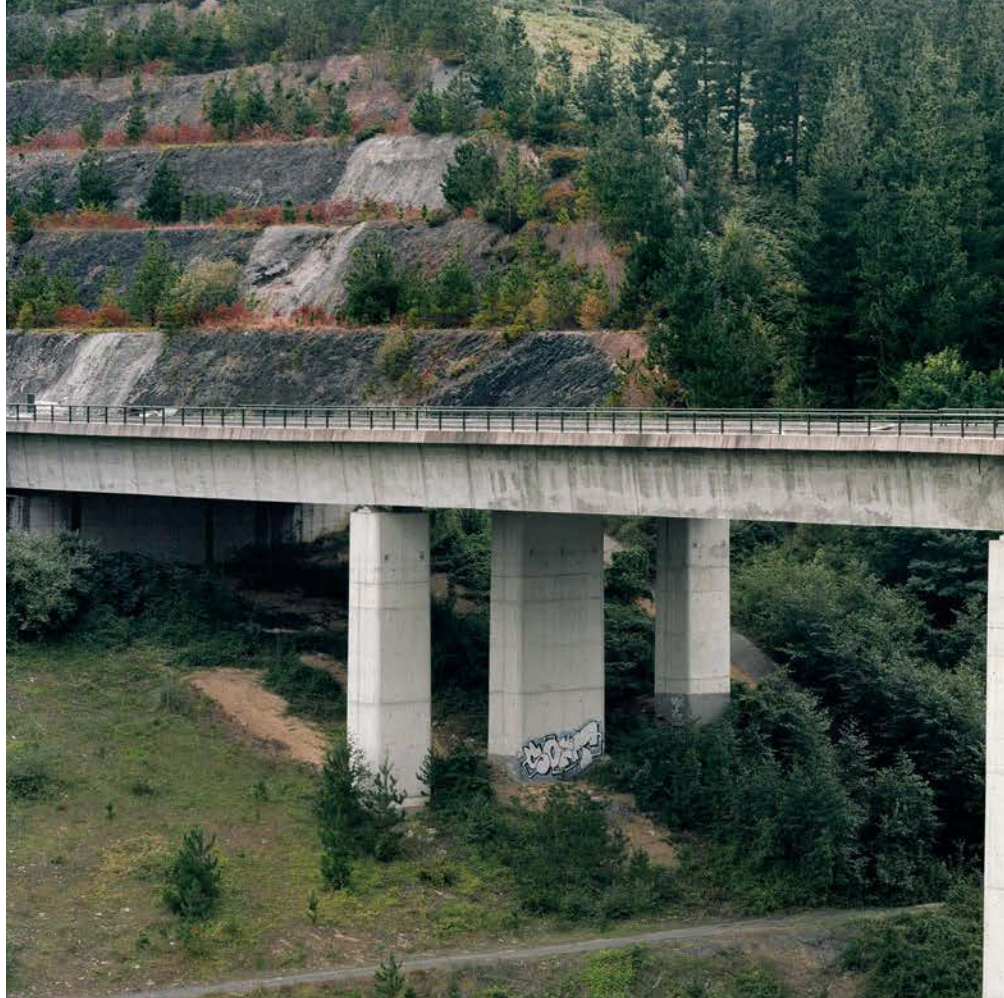
El nudo de Bergara está formado por seis tramos: Mondragón-Elorrio (4400 m de vía doble equivalente),



Singular disposición de pilas para soportar los tres tableros del viaducto de Gabaundi.

Elorrio-Atxondo (2600 m), Elorrio-Elorrio (2800 m), Mondragón-Bergara sector 1 (5140 m), Mondragón-Bergara sector 2 (5240 m) y Mondragón-Bergara sector 3 (2821 m). Los sectores 1 y 2 tienen tres y dos ejes de vía única, respectivamente, razón por la cual la longitud de plataforma construida en ambos es mayor a la expresada. La inversión conjunta en la plataforma supera los 720 M€.

La construcción de los tres lados del triángulo ha superado su ecuador y presenta hoy un grado de ejecución global del 80,8 %. El lado oeste, que discurre íntegramente por la provincia de Bizkaia, ya ha finalizado la plataforma de sus dos tramos (Mondragón-Elorrio y Elorrio-Atxondo). El lado este, formado en su mayor parte por el tramo







© Juan Baraja, Colecciones ICO.

Revestimiento del túnel.



Mondragón-Bergara sector 2, alcanza un grado de avance del 86 %, según datos de Adif AV cerrados en febrero. Y en el lado norte, formado por tres tramos en las provincias de Gipuzkoa y Bizkaia, los grados de ejecución son también elevados: Mondragón-Bergara sector 1 está al 61 %, Mondragón-Bergara sector 3 al 53 % y Elorrio-Elorrio al 85 %, éste con la previsión de acabarlo a final de año. Hay que señalar que los tres tramos que forman el eje Mondragón-Bergara, identificados como sectores y que son los más complejos del nudo al discurrir mayoritariamente en túnel, fueron adjudicados por Adif AV en el verano de 2018.

El nudo está formado por numerosas estructuras de ingeniería civil, entre túneles y viaductos de distintas tipologías, que darán funcionalidad plena a la línea y que conforman una conjunto de una enorme singularidad, único en la red que gestiona Adif AV. A continuación se detallan las características principales de estas estructuras, algunas ya ejecutadas y otras todavía en fase de obra.

## Túneles

El trazado del nudo es mayoritariamente subterráneo. Los tres lados del triángulo están formados principalmente por cuatro grandes túneles y otros túneles menores, a los que hay que sumar 22 galerías de evacuación construidas entre los distintos tubos. Todos ellos disponen de túneles artificiales en sus extremos. En total, el proyecto del nudo lo componen 15,3 kilómetros de túneles de vía única y 7,1 kilómetros de túneles de vía doble. Los principales son los denominados Udalaiz Oeste y Udalaiz Este, con cerca de 7000 metros de longitud cada uno, y Kortazar y Udalaiz, con más de 3000 metros. Otros

de menor longitud son los túneles de Karraskain Oeste (543 m), Karraskain Este (448 m), Karraskain (437 m) y Zumelegi (279 m). De los cuatro grandes túneles, uno está terminado (Udalaiz) y los otros tres están en fase de ejecución muy avanzada.

Todos los túneles han compartido el mismo sistema constructivo, el Nuevo Método Austriaco (NATM), que contempla fases sucesivas de excavación en avance (excavación de la mitad superior del túnel seguida de sostenimiento mediante hormigón proyectado, buzones y cerchas), destroza (excavación de la parte inferior) y ejecución de contrabóveda. Para la excavación se han empleado medios convencionales (voladuras y medios mecánicos). Un rasgo singular de la obra subterránea es que los tres túneles más largos no se han construido en un mismo contrato, sino que, dada su gran longitud, se han dividido en contratos distintos, de forma que dos adjudicatarias diferentes construyen dos tramos del mismo túnel.

## Udalaiz Oeste y Udalaiz Este

Con 6986 y 6914 metros respectivamente, los túneles de Udalaiz Oeste y Udalaiz Este son los de mayor longitud de la Y vasca. Estos tubos de vía única y sección de 52 m<sup>2</sup> cruzan el macizo de Udalaiz de sur a noreste, con una cobertura máxima de 631 metros, y materializan los ejes Vitoria-San Sebastián y San Sebastián-Vitoria del nudo de Bergara. Constituyen los sectores 1 y 2, que conforman el lado este del triángulo. De hecho, su construcción se realiza de forma coordinada en dos contratos separados: en el sector 2 se ejecutan 4646 metros del tubo oeste y 4625 del tubo este, mientras que en el sector 1 se han excavado 2297 metros del

Interior del túnel de Udalaiz Este (6914 m), el segundo de mayor longitud del nudo.

tubo este y 2340 del tubo oeste. El trazado de ambos tubos discurre sensiblemente en paralelo, a una distancia de entre 35 y 65 metros, flanqueando por el costado a los dos grandes monotubos del nudo, al de Udalaiz al inicio del trazado y al de Kortazar en la parte final. Dada la geometría de los ejes del nudo, el tubo oeste cruza a los dos monotubos en una ocasión.

En la actualidad, los dos tubos presentan un grado de ejecución muy elevado: ambos tienen toda su longitud excavada en avance, prácticamente toda la longitud de destroza finalizada y la fase de revestimiento terminada en los tubos del sector 2 y sin comenzar en los del sector 1. La excavación,

para la cual se han empleado medios convencionales, se ha realizado desde cuatro puntos de ataque, dos en las bocas y otros dos creados hacia el p. k. 4+060, donde se ejecutó una galería de ataque intermedia y una caverna de entronque entre tubos para reducir el tiempo de obra.

Como toda obra subterránea, el terreno ha sido el mayor problema a la hora de excavar los túneles. El macizo de Udalaiz que atraviesan es de naturaleza calcárea y alberga algunas fallas y zonas karstificadas con cuevas y oquedades, presentando tramos litológicos diversos: lutitas y alternancia de lutitas y areniscas en los tubos del sector 1 y calizas y limolitas en los

tubos del sector 2. Para afrontar este tipo de terreno, la excavación se ha realizado con métodos mixtos. En el sector 2, cerca de la boca sur, la rasante de ambos tubos atraviesa el acuífero kárstico de Udalaiz. Para evitar afecciones al acuífero y que el agua no sea desviada o drenada por el túnel, garantizando además la operación ferroviaria con un revestimiento impermeable, se ha ejecutado un tramo con dos tipos de secciones en función de la litología atravesada: estancia (sin salida de agua hacia el túnel) más un sistema de alivio de presiones en la zona de calizas y de tipo drenante en el resto. El revestimiento de este tramo tiene un espesor de 30 centímetros

Interior del túnel monotubo de Kortazar, que albergará dos vías.



© Gonzalo Ochoa

## Tramos del nudo de Bergara

Tramo	Longitud plataforma (m)	Longitud túneles (m)	Longitud viaductos (m)	Longitud a cielo abierto (m)
<b>Sector 1</b>	7060	6513 (92,2 %)	20,0 (0,2 %)	527 (7,4 %)
<b>Sector 2</b>	5240	10 257 (97,8 %)	111 (1,0 %)	112 (1,0 %)
<b>Sector 3</b>	2821	1974 (69,8 %)	639 (22,6 %)	211 (7,4 %)
<b>Mondragón-Elorrio</b>	4376	3603 (83 %)	317 (7 %)	456 (10 %)
<b>Elorrio-Elorrio</b>	2850	278 (9,7 %)	1167 (31,2 %)	1686 (59 %)
<b>Elorrio-Atxondo</b>	2564	0 (0 %)	1446 (56 %)	1118 (44 %)

en los hastiales y en la bóveda y de 60 centímetros en la contrabóveda.

Ambos tubos se construyen con todas las medidas de seguridad previstas por Adif AV para este tipo de infraestructuras. Están conectados entre sí mediante 12 galerías de evacuación, de 12,5 metros de sección, y con los túneles de Udalaiz y de Kortazar mediante otras galerías. Disponen de sendas plataformas de emergencia situadas a la entrada, así como aceras de evacuación en toda su

longitud. El drenaje que se ejecuta, de tipo separativo, permite, por un lado, recoger sustancias peligrosas o contaminantes de la plataforma y, por otro, el agua contenida en el trasdós de la sección proveniente de infiltraciones en el terreno.

### Udalaiz

Túnel de 3185 metros de longitud que constituye el 83 % del tramo Mondragón-Elorrio y que conecta en su extremo norte con el tramo Elorrio-Atxondo. Este trazado

subterráneo supone la longitud principal del lado oeste del triángulo y constituye el inicio de la bifurcación de la Y vasca desde Vitoria hacia Bilbao. Con una sección libre de 85 m<sup>2</sup>, apta para vía doble, el túnel cruza el macizo de Udalaiz de sur a norte. Fue el primer túnel del nudo en finalizar su ejecución.

Su construcción se realizó según el Nuevo Método Austriaco, utilizando para ello medios convencionales. Durante el avance, la excavación se topó con una

Bocas del emboquille de Angiozar.



Adif



# El condicionante medioambiental

La preservación del medioambiente es uno de los grandes condicionantes de la obra del nudo de Bergara. En la fase de diseño, el trazado se proyectó en su mayor parte en túnel o viaducto para minimizar la afección a la flora y la fauna. Y en la fase de ejecución se emplean sistemas constructivos que reducen el impacto en el entorno y se han adoptado medidas adicionales para la protección del medio natural.

En esta fase, el hallazgo de ejemplares de especies protegidas (dos parejas de alimoche común y de visión europeo y una colonia de murciélagos en una cueva) obligó a la dirección de obra de los sectores 2 y 3 a respetar las paradas biológicas para facilitar la reproducción y cría en el primer caso y la hibernación en el segundo. Esto se tradujo en paralización de trabajos, creación de zonas de exclusión, construcción de una depuradora para garantizar la pureza del agua de un arroyo y habilitación de sistemas de protección. Estas medidas, según Adif AV, han tenido éxito al permitir a estos ejemplares realizar su vida con normalidad sin sufrir el impacto de las obras. En las bocas de los túneles, además, se han instalado plantas depuradoras para tratar las aguas subterráneas aparecidas durante la excavación, de forma previa a su vertido a los ríos.

La gestión de los materiales de excavación es otro punto relevante. Los excedentes se han empleado sobre todo para formar rellenos o terraplenes e incluso para otros proyectos. Al término de la obra civil de cada tramo se llevarán a cabo tratamientos de restauración y de recuperación ambiental y paisajística del entorno para devolver el terreno a su estado original o, en su caso, mejorarlo. Estas actuaciones incluyen la integración ambiental de zonas de ocupación (acopio, préstamo) y de taludes y obras de drenaje transversal, así como la reposición de caminos y servidumbres o la siembra de especies vegetales autóctonas, entre otras.

geología similar y con las mismas dificultades hidrogeológicas halladas años después en la excavación de los túneles de Udalaiz Oeste y Udalaiz Este. Para resolverlas, se adoptó la solución que luego se ejecutaría en estos tubos: una sección estanca de 1 kilómetro de longitud y un sistema de alivio de presiones para garantizar tanto la estabilidad y la recarga del acuífero como la resistencia de la sección de revestimiento.

En febrero pasado, Adif AV adjudicó el contrato para la construcción de una galería de emergencia para adaptar este túnel a la normativa de seguridad de la UE. La galería, de 1,5 kilómetros de longitud y con dos conexiones al túnel, discurrirá en paralelo al túnel, a una distancia de 30 metros,

con el fin de que la salida coincida con una plataforma de evacuación. El plazo de construcción es de 34 meses.

## Kortazar

Este túnel monotubo de 85 m<sup>2</sup> de sección y orientación de este a oeste constituye el tramo de mayor longitud del lado norte del triángulo y albergará la doble vía del eje San Sebastián-Bilbao. Con una longitud de 3655 metros, el túnel se construye en dos proyectos contiguos: en el tramo Mondragón-Bergara sector 1 se ejecutan 1683 metros y en el Mondragón-Bergara sector 3 los 1972 metros restantes. También se ha construido una galería de evacuación exterior, de 899 metros, que discurre en paralelo al túnel hasta el emboquille.

En la actualidad, el túnel tiene toda su longitud excavada, tanto en avance como en destroza, y se ha comenzado a ejecutar el revestimiento. La excavación, ejecutada desde dos frentes, se ha realizado con medios convencionales (perforación y voladuras) en terrenos formados por limolitas, con algunos bancos de areniscas. Dada la singular geometría de los ejes del nudo, el túnel de Kortazar cruza por debajo del túnel de Udalaiz Oeste, de forma muy esviada, a una distancia de 5,5 metros entre el revestimiento de ambos tubos.

## Emboquille de Angiozar

Estructura singular, que incluye un túnel artificial de 200 metros de longitud y tres bocas para la salida a la superficie de los túneles de Udalaiz Este, Udalaiz Oeste y Kortazar en dirección Bergara. Su ejecución ha sido un reto técnico por ser común a los tres tubos, por el escaso espacio existente entre los hastiales de los túneles y por desarrollarse en una zona con escasa cobertera que, además, está atravesada por una falla geológica.

## Viaductos

La longitud del trazado en altura del nudo es sensiblemente inferior al subterráneo, aunque se acerca a los 4000 metros. En los seis tramos del nudo se han construido o se construyen 14 viaductos para salvar el relieve y los cauces fluviales de la zona, localizándose sobre todo en la provincia de Bizkaia. Se trata de los viaductos de Gabaundi, Kobate, Zabaleta Norte, Zabaleta Sur, Zumelegi, Goikoa, Kinatoi, Zabaleta, Larrazabal, Kobate Este, Kobate Oeste, Arantostei, Kortazar y Emboquille de Kortazar. La mayor parte se sitúa a la salida de los túneles, dando continuidad al trazado subterráneo. Para dar servicio a los

túneles de vía única y de vía doble, los viaductos se han diseñado con distintos anchos en función del tipo de vía a albergar (8,5 m para vía única y 14 m para vía doble). Las tipologías y procedimientos constructivos siguen criterios uniformes de Adif AV para las líneas de Alta Velocidad.

Los viaductos más singulares del nudo, ya sea por sus magnitudes o por su tipología, son los siguientes:

### Kinatoí

Pertenciente al tramo Elorrio-Atxondo, está situado a unos 50 metros de la boca norte del túnel de Urdalaitz y cruza sobre el valle del mismo nombre y el barrio de Iguria, al sur de Elorrio. Con 880 metros, es el de mayor longitud del nudo de Bergara y el segundo de Bizkaia. Divide su longitud en 15 vanos (35+50+55+10x65+50+40). Es también el viaducto más alto del nudo, con una altura máxima de pilas de 85 metros. La cimentación es mixta, con zapatas y micropilotes. Al tratarse de una estructura de gran longitud y altura de pilas, se ha construido mediante autocimbra autolanzable, sistema que ejecuta el hormigonado del tablero por tramos sucesivos sin recurrir a apoyos en el suelo, para minimizar la afección al terreno. El viaducto ya está terminado.

### Zabaleta y Zabaleta Sur

Estos viaductos forman parte de dos tramos contiguos, Elorrio-Elorrio y Elorrio-Atxondo, y se han ejecutado en un punto donde se cruzan los ejes Bilbao-San Sebastián y Vitoria-Bilbao que se construyen en esos dos tramos. Para resolver este cruce, el vano 3 del viaducto de Zabaleta Sur, de vía única, discurre a través de una



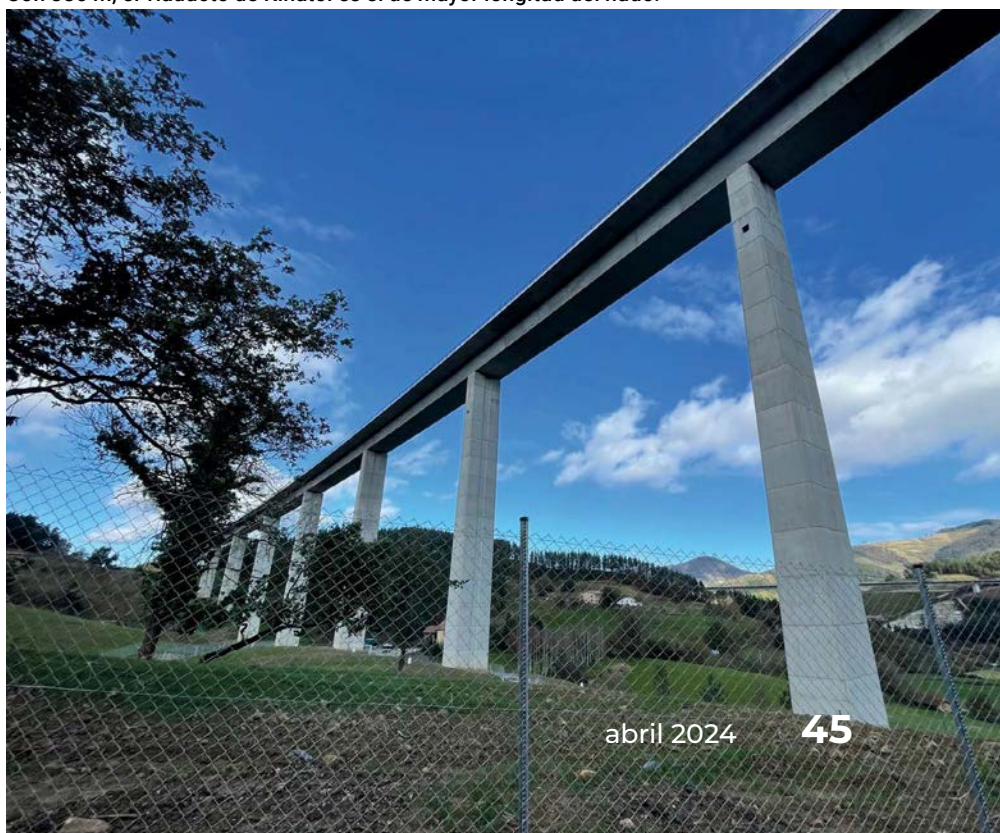
Los viaductos de Zabaleta y Zabaleta Sur materializan el cruce de dos ejes del nudo.

pila pórtico ejecutada al efecto en el viaducto de Zabaleta, de vía doble, a 15 metros por debajo del mismo, dando lugar a una imagen icónica. Con longitudes de 320 y 220 metros respectivamente, los tableros de estos viaductos están formados por una viga cajón monocelular hiperestática de hormigón postesado. Ejecutados con cimbra porticada.

### Gabaundi

Construido sobre el río del mismo nombre en el tramo Mondragón-Elorrio, es uno de los raros ejemplos de viaducto con tres tableros de la red de Adif AV. Materializa la separación progresiva de los dos grandes ramales de la Y vasca, por lo que está formado por un viaducto central de vía doble, de 14 metros de anchura, para el ramal Vitoria-Bilbao y dos

Con 880 m, el viaducto de Kinatoí es el de mayor longitud del nudo.





Dragados

Vista cenital de los tres viaductos sobre el arroyo Kobate, entre los túneles de Karraskain y Udalaiz.

viaductos laterales de vía única, de 8,5 metros de anchura, para los ramales Vitoria-San Sebastián y San Sebastián-Vitoria. La longitud es de 223 metros. Cada tablero se apoya sobre cuatro pilas que están alineadas entre sí, con alturas entre 14 y 41 metros. Las pilas 1 y 2 com-

parten zapata. El tablero es una viga cajón continua de hormigón pretensado. Ejecutado mediante cimbra porticada.

### Zumelegi

Este viaducto, situado a la salida del túnel de Zumelegi, es el más

importante del tramo Elorrio-Elorrio por su longitud (481 metros en siete vanos), su altura (la pila más alta tiene 71 metros) y su dificultad de encaje, pues su construcción se ha tenido que compatibilizar con la ampliación de la carretera N-636 sobre la que cruza, razón por la

Viaducto de Zumelegi, con una altura máxima de 71 metros.



© Gonzalo Ochoa



Sacyr Ingeniería e Infraestructuras

Vista cenital de los viaductos en construcción que flanquean el túnel de Zumelegi, en el tramo Elorrio-Elorrio.

© Juan Baraja. Colecciones ICO



Túnel de Karraskain visto desde el túnel de Udalaitz.

cual se han dispuesto dos vanos centrales de 85 metros. El tablero está formado por una viga cajón monocelular hiperestática de hormigón pretensado. Su ejecución se ha realizado mediante avance en voladizo. El viaducto está prácticamente terminado.

### Kobate, Kobate Este y Kobate Oeste

Estos viaductos, encajados en un estrecho valle sobre el arroyo Kobate, ilustran la historia constructi-

va del nudo de Bergara. El viaducto de Kobate (94 metros de longitud y 14 de anchura), en el tramo Mondragón-Elorrio, fue el primero en construirse para conectar los túneles de vía doble de Karraskain y Udalaitz. Años después, con la nueva adjudicación de los sectores este y norte del nudo, se han construido, dentro del tramo Mondragón-Bergara sector 2, los viaductos de Kobate Este (83 metros de longitud) y Kobate Oeste (28 m), ambos de 8,5 metros de anchura,

para dar servicio a los túneles de vía única de Karraskain Este y Udalaitz Este el primero y Karraskain Oeste y Udalaitz Oeste el segundo. La imagen final es una de las más curiosas del nudo: tres viaductos paralelos encajados en el valle y conectando con tres bocas de túnel en cada extremo, conformando el único tramo a cielo abierto del sector 2.

### Arantostei

Viaducto situado al final del sector 1 que salva el arroyo del mismo nombre y los tres ejes de la línea. Con 20 metros de longitud y 20,40 metros de anchura, es una estructura prácticamente cuadrada. La sección de este viaducto isostático es una losa aligerada pretensada. Construido en una sola fase, mediante cimbra pórtico.

Además de túneles y viaductos, en la obra del nudo de Bergara se han ejecutado otras estructuras de ingeniería, como muros de contención o pantallas de pilotes, y se han desarrollado actuaciones como desmontes, terraplenes y rellenos, que resultan igualmente fundamentales para la construcción del nuevo trazado de la Y vasca. ■