

Consolidación y restauración con anastilosis del arco de piedra del Puente Mantible de Logroño (La Rioja)

Guillermo Capellán Miguel^a, Javier Martínez Aparicio^b y Eduardo Rojo Vélez^c

^a Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Arenas&Asociados. Director Técnico. gcapellan@arenasing.com

^b Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Arenas&Asociados. Coordinador de Proyectos. jmartinez@arenasing.com

^c Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Arenas&Asociados. Control y Supervisión de Obra. erojo@arenasing.com

RESUMEN

Las ruinas del Puente Mantible forman parte del paisaje del Ebro desde hace siglos. Desgraciadamente, en 2021 sufrió el derrumbe de un arco durante una crecida. Ahora esta bóveda se ha recuperado mediante un método de anastilosis y consolidado en su estado ruinoso. Se ha llevado a cabo una actuación multidisciplinar en la que, entre otras cosas, se han debido resolver los problemas estructurales que plantea asegurar la estabilidad de esta bóveda con materiales dañados por el colapso reciente y por una erosión de siglos, debiendo desarrollarse en un contexto coherente con las teorías de restauración.

ABSTRACT

The ruins of the Mantible Bridge have been part of the landscape of the Ebro for centuries. Unfortunately, in 2021 it suffered the collapse of an arch during a flood. Now this vault has been recovered using an anastylosis method and consolidated in its ruined state. A multidisciplinary action has been carried out in which, among other things, the structural problems of ensuring the stability of this vault with materials damaged by the recent collapse and by centuries of erosion have had to be solved and developed in an intervention consistent with the theories of restoration.

PALABRAS CLAVE: arco, piedra, consolidación, patrimonio, anastilosis, restauración.

KEYWORDS: arch, stone, consolidation, heritage, anastylosis, restoration.

1. Introducción

Bajo la denominación de Puente Mantible se identifica a los restos de una construcción histórica de origen incierto. En la actualidad sólo se conservan dos arcos de piedra, uno de ellos en Álava y el otro, situado en la margen derecha del río Ebro, ubicado dentro del municipio de Logroño. Es la parte logroñesa la que ha sido objeto de una intervención de consolidación y rehabilitación. Las actuaciones incluyen, además de actividades propiamente arqueológicas, una reconstrucción por anastilosis del arco derrumbado utilizando los restos caídos y reparados para ser capaces de soportar unas

fuerzas de magnitud semejante a aquellas que condujeron a su fracaso.

2. Antecedentes

Este Bien de Interés Cultural, BIC, Monumento Nacional (Decreto 430/1983), corresponde a una construcción realizada en fábrica de piedra de sillería, ejecutada con elementos de grandes dimensiones. El arco de la margen izquierda tiene una luz de 20,40 metros y una altura libre de paso de 11,90 metros medida desde la cota de la lámina de agua del

cauce habitual, y el de la margen derecha, el riojano y del que trata directamente esta

intervención, tiene una luz de 10,20 metros, con su clave a unos 10 metros del suelo.



Figura 1. Reconstrucción virtual probable incluyendo la bóveda ya reconstruida.

Estos restos son las ruinas de un puente que conectaba, cruzando el Ebro, las cotas bajas de la orilla alavesa y con las altas de la riojana. Se le supone al puente una forma alomada que daba cuerpo a un tablero de 5 m de anchura total y 164 m de longitud dividido en siete luces. Hemos podido comprobar que, cuando el río presenta crecidas ordinarias, su caudal no excede el límite de los estribos.

Los arcos en pie cuentan en sus tímpanos con restos de amplios aliviaderos para el caso de que el nivel del caudal fuera extraordinario.

Los restos dan testimonio además de que, al menos algunas bóvedas, disponían de dos tabiques internos longitudinales rigidizadores que formaban tres cámaras huecas longitudinales.



Figura 2. Vista de las cámaras longitudinales.

Los arcos serían de medio punto, con luces y flechas diferentes. El río ocupa normalmente solo el segundo arco desde la orilla derecha, que con sus más de 26 metros de luz

era, sin duda, una estructura formidable. El conjunto se completaba con unos marcados tajamares de planta triangular agua arriba y unos cortos espolones rectangulares aguas abajo.



Figura 3. Intradós de bóveda previa al derrumbe.

Esta estructura, sobre todo su arco riojano, es la que desde hace unos años sufría una escasa estabilidad estructural, siendo objeto de advertencias de entendidos [1, 2] y no entendidos. Este monumento no tenía ni ficha catastral ni propietario, asumiendo el ayuntamiento de Logroño las labores de conservación a partir del encargo de estudios previos [3-7] para caracterizar sus problemas.

Por desgracia el 24 de enero de 2021, en pleno proceso de licitación de la obra de estabilización, se produjo la caída del arco. Tras el siniestro, el Ayuntamiento determinó actuar realizando la reconstrucción por anastilosis del arco siniestrado.



Figura 4. Escombros de la bóveda.

3. Procesos de deterioro

Los deterioros tienen dos orígenes. Uno de ellos asociado a la exposición a los factores ambientales, ya que la ausencia de drenaje e impermeabilización hace que se filtre agua a los rellenos de calicanto. Esta circulación de agua en sus distintos estados afecta a la piedra de calcarenita ocurriendo de forma generalizada su exfoliación, disyunción y deslaminación. Además, se degrada del mortero de cal que, al final, al perderse, provoca nuevas formas de filtración. Así, además de exfoliarse la piedra, se pierde el correcto apoyo entre sillares.



Figura 5. Exfoliación-deslaminación.

Por otro lado, el proceso de desestabilización estructural que primariamente condujo al colapso de la bóveda, se puede fundamentar en el movimiento de giro y deslizamiento de la pila hacia el río. El problema parte del sustrato rocoso arcilloso-yesífero sobre el que se apoya la pila. Una gran cavidad de 40 cm de altura y 270 cm de profundidad fue hallada en las inspecciones subacuáticas justo bajo la pila, siendo evidente también el descuelgue de los estratos en las vistas frontales desde el río. Es decir, había existido un proceso de disolución de la fracción de yeso del sustrato rocoso en distintas cotas.



Figura 6. Estratos de cimentación lajados bajo pila.

Al ceder algún sustrato, la pila se habría ido inclinando, obligando al arco a una adaptación, el cual, al abrirse hubo de comportarse como un arco más rebajado, aumentando el empuje horizontal. Esto da lugar a una fisuración en clave, con nuevos accesos de agua y lavados del mortero.

No queda claro si el colapso se dio por el desgaste progresivo originado por el intemperismo, pero la concurrencia de una crecida ordinaria con la caída induce a pensar que la coincidencia de una erosión adicional del cimiento propició una mayor inclinación de la pila más allá de la resistencia a compresión de las piezas de la bóveda, las cuales, con el mortero desaparecido, pudieron romperse a partir de la alta tensión de compresión que había en los contactos puntuales duros entre las dovelas de clave.

4. Criterios generales de la restauración

La intervención de restauración en un elemento patrimonial en estado de ruina implica características particulares. Este proceso, en cierto sentido, simplifica el sujeto, ya que su única función es ser socialmente apreciado. Sin embargo, su propósito es conservar estos vestigios en un estado estacionario a lo largo del tiempo, a pesar de su desarticulación, lo que supone una tarea desafiante. Para lograrlo, se deben detener o, al menos, frenar los procesos degenerativos en marcha.

Al mismo tiempo, es crucial mantener la intervención dentro del marco de la conservación patrimonial, representado por las diversas Cartas del Restauro. Estas referencias enfatizan aspectos más allá de la mera resistencia, funcionalidad o durabilidad, como la integridad y autenticidad del elemento patrimonial. Desde la fase inicial de redacción del proyecto, se ha trabajado para identificar los valores que sustentan estos conceptos en el Puente Mantible, guiando así la definición de objetivos y métodos de conservación.

En primer lugar, se ha buscado mantener la forma y diseño originales de los restos, lo que, por sí solo, justifica una anástilosis. Este proceso implica identificar cada pieza dispersa y ubicarla en su posición hipotética original, preservando así la correlación entre todas ellas y dando contenido a los conceptos de autenticidad e integridad.

Asimismo, se ha dado prioridad a la preservación de los materiales y, por tanto, a su sustancia histórica. En resumen, el objetivo ha sido conservar en buen estado las partes no derruidas y, cuando sea posible, recuperar las partes caídas utilizando técnicas de cantería y albañilería tradicionales.

Además, se han establecido objetivos relacionados con el mantenimiento del aspecto externo de los paramentos, incluyendo la textura y el color. Esto se ha logrado mediante técnicas de limpieza suave, saneo mínimo de juntas,

selección cuidadosa del color del mortero de rejuntado, ajuste de la granulometría del mismo y reproducción de la técnica de rejuntado utilizada originalmente.



Figura 7. Junta de mortero original marcada con un pase de la punta de la paleta

En cuanto a la restauración en sí, se han establecido criterios que priorizan la intervención mínima, la consolidación, la estabilización, la no eliminación de elementos, la descripción y documentación previa a la acción, la preservación del aspecto primitivo y la reversibilidad de la intervención, entre otros.

Además, se ha prestado especial atención a la conservación preventiva, buscando reducir las necesidades futuras de conservación curativa mediante la implementación de barreras a la intemperie y sistemas de drenaje para controlar la entrada de humedad, que es la principal causa de deterioro en una ruina. Estos esfuerzos están diseñados para mantener el aspecto de ruina una vez finalizada la obra, con la esperanza de prolongar su durabilidad con un mantenimiento mínimo.

5. Razones para la anástilosis

Desde la Carta de Atenas de 1931, se recomienda la anástilosis cuando es posible conservar las ruinas. La Carta de Venecia de 1964 menciona el uso adecuado de esta técnica, resaltando que los elementos nuevos, deben ser siempre reconocibles y constituir el mínimo necesario para garantizar las condiciones de conservación del monumento y restablecer la continuidad de sus formas. Por lo tanto, la anástilosis del arco derrumbado en el puente Mantible es una intervención aceptada, e incluso recomendada, ya que, según el conocimiento que

tenemos de esta estructura antes de su derrumbe, asegura la preservación efectiva de la misma.

En consecuencia, se propuso y llevó a cabo la anastilosis del arco, recuperando el máximo número posible de piezas, reparándolas y complementándolas con el mínimo número posible de piezas nuevas. Esto se realizó con dos objetivos: restablecer la forma y la capacidad estructural de la bóveda.

La construcción de una bóveda estable de esta luz es generalmente simple, ya que un arco es firme siempre que cumpla con ciertas condiciones geométricas mínimas. Además, un arco no necesita tener una forma de traza circular perfecta.

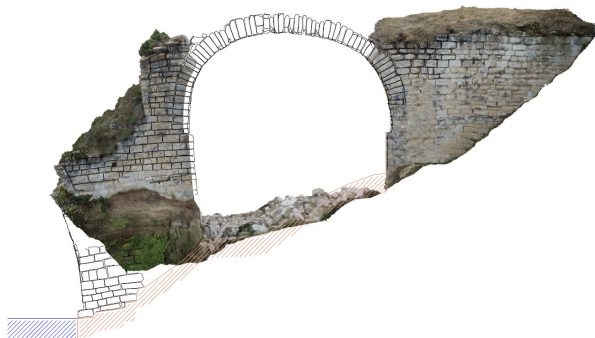


Figura 8. En línea negra la geometría antes del colapso, en imagen real después del mismo.

Sin embargo, restaurar la bóveda a esa posición en una anastilosis provocaría un colapso inmediato durante el descimbrado, a menos que se vuelva a verticalizar toda la pila. Dado que el criterio fundamental de restauración es realizar la mínima intervención posible, se reconoce que la opción acertada es asumir el movimiento experimentado por la pila a lo largo del tiempo.

En resumen, se procedió a la anastilosis sin modificar la posición desplazada de la pila, la cual solo se estabilizó y consolidó. Además, para prevenir el colapso durante el descimbrado y evitar las circunstancias del último colapso, se agregaron 5 hiladas nuevas en la bóveda, aproximadamente un metro en total, para que el rebajamiento del arco no fuera tan pronunciado y se redujera el empuje sobre la pila. Esto también permitía que el arco tenga una forma

coherente, como se puede observar en la imagen adjunta

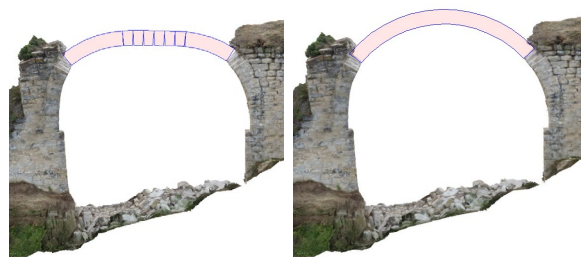


Figura 9. Izquierda, esquema de reconstrucción de la bóveda solo con el número de hiladas original. Derecha, añadiendo hiladas adicionales.

Estas nuevas hiladas hacen posible una anastilosis de la bóveda sin utilizar elementos de soporte externos al monumento. Así se facilita la comprensión global de la estructura, se logra que vuelva a funcionar como arco y no se perturba la pila, ni modificándola ni sometiéndola a empujes excesivos.

6. Actuaciones durante la intervención

6.1 Estabilización de la pila

Para la consolidación de la cimentación se desarrollaron las operaciones para frenar o parar cualquier movimiento de descenso, giro o deslizamiento de la fundación. La primera operación consistió en macizar con hormigón la cavidad detectada en el cantil sumergido del río. Además, se procuró rellenar las cavidades que, por no tener una comunicación con el exterior, no eran visibles. La solución fue hacer perforaciones, con distintos ángulos, hasta el lecho rocoso para rellenarlas con grout. Estos materiales de aportación, grouts y hormigón, eran de cemento portland, ya que debía evitarse que la presencia continua de agua disolviera a largo plazo el material. Además, se aprovecharon esas perforaciones para disponer barras de acero inoxidable cosiendo los distintos estratos, eliminando así las posibilidades de deslizamiento entre ellos.



Figura 10. Actuaciones subacuáticas con buzos.

La siguiente fase fue la consolidación estructural del cuerpo de la pila, muy desarticulado por los movimientos de las lastras pétreas en las que se apoya. Se ha buscado recuperar su competencia estructural como un cuerpo único cohesionando el relleno granular de la fábrica de sillería de la pila y colmatando los huecos. Para recuperar el monolitismo de esta fábrica de la pila se han ejecutado perforaciones armadas con barras de acero inoxidable corrugado e inyección de lechada o grout de cal hidráulica.



Figura 11. Inyecciones desde tajamar.

Igualmente se ha eliminado la vegetación, se han limpiado los paramentos, se han saneado las superficies y las juntas, dando pie a un rejuntado de los paramentos de la pila para

anular los escapes de lechada durante las inyecciones posteriores.

6.2 Recuperación de las dovelas

Siendo el objetivo de la anastilosis recolocar las dovelas caídas en su posición primitiva, ha sido necesario poner en marcha un procedimiento de recogida y análisis de los restos basado en metodología arqueológica. Este sistema se ha basado en la documentación completa del proceso de recogida de las piezas y en su acopio ordenado. Todas las piezas a la vista en cada estrato se inventariaron y etiquetaron antes de ser recogidas. El inventario incluye más de 500 piezas completas o fragmentos de piezas rotas caracterizadas por sus dimensiones, forma, posición de caída y correlacionada con las adyacentes. La trazabilidad de la operación hubo de ser estricta etiquetando las piezas con medios reversibles.

El procedimiento de recogida comprendió 4 niveles estratigráficos del derrumbe. En cada uno se procedió limpiando la tierra, morteros, mampuestos íntegros y otros elementos a la vista, luego se etiquetaron, documentaron y acopiaron. El proceso se repetía en cada nivel. El material menor se acopió para un uso posterior dentro de la obra.



Figura 12. Vista cenital de uno de los acopios.

Las piezas, una vez elaborada su ficha, eran levantadas con ayuda de unas pinzas que abrazaban los sillares de forma segura con la participación de la grúa torre.

Otras características físicas de las piezas son: peso específico 2.300 kg/m^3 y volumen

medio 0,07 m³. Esto supone un peso medio por pieza de 161 kg, siendo alguna de más de 250 kg.

Una vez limpias las piezas se emprendió el análisis de su tratamiento individual. Este análisis se centró al principio en distinguir aquellas piezas que requerían poca restauración de aquellas que necesitaban una verdadera reconstrucción para poder volver a cumplir su función estructural. Posteriormente se definió un tratamiento propiamente dicho con los objetivos de recuperar su geometría y posibilitar una resistencia a compresión suficiente.

Muchas de las piedras a reconstruir tenían como problema dominante que se hallaban fracturadas en dos o más trozos. En estos casos el procedimiento fue de pegado con adhesivo epoxi y cosido con varillas corrugadas de acero inoxidable. Esto se consideró efectivo ya que los planos de fractura seguían normalmente la dirección de la bóveda.

De las piezas recuperadas se logró identificar, con distintos grados de fiabilidad, un 73%, por alguno de los métodos de reconocimiento (ver tabla 1). De todas las piezas, identificadas o no, se colocaron un 88% conservando su función de dovela en el arco. El porcentaje restante, no colocado, lo constituían piezas disgregadas completamente en el colapso o decomisadas por no confiarse en que una reparación pudiera hacer que cumpliesen su misión estructural.



Figura 13. Reconstrucción de la pieza 243

Por tanto, hubo que añadir piezas de nueva aportación (71 unidades) y, un grupo mucho menor, de dovelas provenientes de la recuperación del arcaico derrumbe del arquillo

de desagüe, descubiertas durante las investigaciones arqueológicas cerca de la coronación de la pila. Las decomisadas se utilizaron en misiones de menor exigencia estructural, sobre todo en reintegraciones geométricas, o si su forma lo permitía, en enripiados del arco.

Tabla 1. Certeza en la identificación de la posición de las piezas recuperadas.

Tipo	Evidencia	Total
Absoluto	Por documentación gráfica precisa	57
Alto	Por estratigrafía/documentación gráfica menos precisa	182
Medio	Por la ubicación en la caída y sus dimensiones	93
Bajo	Solo por sus dimensiones	118

6.3 Ejecución de la anastilosis

La bóveda del puente, según planos y fotografías anteriores a su ruina, presentaba una rosca de hiladas, no siempre horizontales, a veces estrechas, a veces anchas y ocasionalmente desdobladas. Es decir, la fábrica original era heterogénea, con una preparación de las caras normalmente escasa, generalmente limitada a las caras vistas. Además, se comprobó, a pesar de ser un arco de medio punto, que se construyó con dovelas con una sección trapezoidal insuficiente, a veces simplemente prismáticas; estas solo habían podido quedar bien asentadas con el empleo de generosos suplementos de mortero hacia el trasdós y un intensivo uso de ripios a fin de lograr una geometría correcta de medio punto de la rosca.

Para complicar las cosas el estado de desgaste y rotura de las piezas planteó algunos desafíos: caras de asiento con bultos o abombadas, pérdida de fragmentos y aristas indefinidas impedían seguir los procedimientos que se hubiese dado a las piezas escuadradas de las obras, normalmente monumentales, en las que se suele practicar una anastilosis.

Es decir, por causa del redondeo y las pérdidas de las dovelas nuestro proceder debía ser diferente del de los primitivos constructores.

Y por la heterogeneidad de la obra de estos maestros, tampoco se podían seguir los procedimientos habituales que usan los técnicos de hoy cuando se enfrentan a una anastilosis. Lo que sí estaba claro es que lo deseable es que la bóveda se sostuviera por sí misma, solo con la ayuda de la gravedad por mano de la línea de presiones.

Es decir, la formulación del problema estructural que se quería resolver era potenciar la resistencia a compresión de la fábrica a pesar de reutilizar piezas provenientes de un fracaso estructural. Como las dovelas son las mismas, pero reparadas en mayor o menor grado, el único punto de mejora ha sido el mortero que une las piedras. Así, el juego ha sido recurrir a aquellos parámetros que definen la resistencia de la fábrica pero que no dependen de la piedra: una resistencia característica del mortero mayor que la original, lograda con un mortero de cal con adiciones para lograr una resistencia característica mayor de 10 MPa. Además, se han ejecutado las hiladas con el menor espesor de juntas, llagas y tendeles, que ha sido posible, habiendo dificultado mucho la labor el desgaste convexo de las piedras. Para ello se ha hecho un uso extensivo de lajas, cuñas y ripios que ha permitido que las juntas, a pesar de tener un aspecto en general grueso en el exterior, por el redondeo de los sillares, tengan un espesor efectivo, desde el punto de vista estructural, escaso.

Al resolver esto, la prioridad ha sido ya la recolocación de las piedras recuperadas en su posición previa, oportunamente completadas con las piedras nuevas cortadas a medida.

Por otro lado, para adaptarse a la nueva geometría originada por el desplazamiento de la pila, se han añadido 5 hiladas nuevas de nueva aportación. Estas hiladas no se han colocado en las cercanías de la clave; para una mejor interpretación del monumento se han dispuesto en el lado en el que se han producido los movimientos históricos, es decir, en el lado del arco que entronca con la pila.

La colocación de sillares solo dio comienzo una vez logrado el acuerdo del equipo sobre la base de un plano en el que quedaban identificada la posición de todas las piezas primitivas y los huecos a completar con nuevas.



Figura 14. Vista de la bóveda faltando las hiladas centrales del interior. Las dovelas de clave de las boquillas están presentadas, no amorteradas.

En las piezas de nueva aportación, de una calcarenita llamada Sanza, se ejecutó un apiconado de las caras vistas con líneas paralelas a una de las aristas. Se ha evitado en todo momento el apiconado diagonal para que el espectador interesado pueda distinguir las piezas nuevas de las originales.

En lo que respecta al montaje, se alternó la ejecución de las hiladas por el lado del estribo y por el lado de la pila a fin de que la carga sobre la cimbra fuera simétrica. Se cuidó, a pesar de su falta de forma, que las piezas estuviesen colocadas de forma radial.

Al final de esta fase, la cara superior del arco mostraba un aspecto muy irregular propio de la falta de homogeneidad de las piezas. Sobre ese trasdós se vertió una capa de hormigón de cal con bombeo. Con esto se solidarizaba más todo el conjunto y se creaba una capa de forma sobre la que pudiera adherirse la impermeabilización superior.

Finalmente se ejecutó el descimbrado del arco, con un protocolo y control con auscultación precisos.

6.4 Acabado de coronaciones

Todas coronaciones de la estructura por las que se pueden infiltrar aguas pluviales han sido impermeabilizadas por uno u otro medio.

El sistema más potente, apropiado para las coronaciones más horizontales, ha sido una doble lámina antirraíces, previa formación de

pendientes de evacuación con mortero de cal. Esta capa, ajena a la obra original, se ha marcado por medio de una malla de fibra de vidrio que atestigua la diferencia entre los materiales puestos y los originales. Adicionalmente se ha dispuesto, donde ha sido necesario, un sistema de drenaje oculto.



Figura 15. Bóveda reconstruida.

Todo el conjunto se ha colocado bajo una capa protectora de mampuestos en lajas escalonadas. Así queda reproducido el aspecto del relleno previo a la caída y se gana una suerte de cubierta con doble función de efecto de teja y de capa de sacrificio. En cambio, sobre el cuerpo del estribo la solución ha sido una cubierta plana clásica, previa selección del color de la gravilla de protección superior.

6.5 Otras actuaciones

Aunque pertenecientes a disciplinas ajenas al contenido principal de esta exposición, no se debe olvidar la fundamental investigación arqueológica. Catas y lectura estratigráfica de los paramentos ha servido para determinar las fases

constructivas del puente. Gracias a esto se ha podido elegir los puntos de extracción de muestras para los ensayos de datación absoluta por medio de carbono 14 y termoluminiscencia del mortero. Con todo esto se puede estimar que la construcción del puente Mantible se dio probablemente en el siglo XI.

Por último, durante todas las fases de obra se ha llevado a cabo una labor exhaustiva de documentación gráfica, siendo la base de las actividades de divulgación [8].

7. Conclusiones

En esta restauración se han seguido criterios que priorizan la intervención mínima y

otros razonamientos del ámbito de la conservación del patrimonio arquitectónico. Para ello se han utilizado principalmente técnicas y materiales tradicionales. Cuando se ha considerado necesario se ha acudido a técnicas modernas de inyección y cosido en distintas formas, pero siempre con material probadamente inocuo para la fábrica.

La misión fundamental ha sido la anastilosis. Las condiciones eran ideales: una abundante información gráfica previa al colapso, un escombro formado de piezas suficientemente grandes sobre las que no ha pasado el tiempo y una subestructura que era posible estabilizar. De no haber llevado a cabo esta obra los restos habrían acabado expoliados o en un almacén, ajenos al significado que podemos dar ahora.

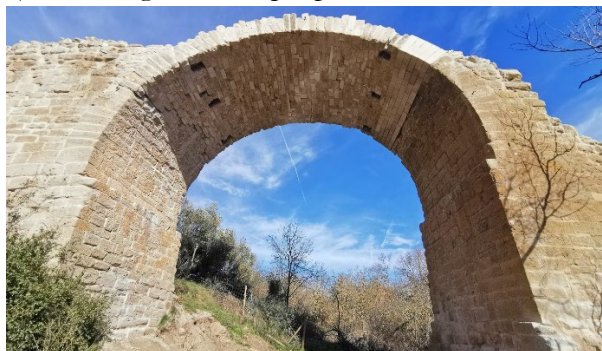


Figura 16. Bóveda reconstruida.

Todo se ha hecho de forma meticulosa [8], casando las exigencias puramente estructurales con las formas y los criterios de la restauración patrimonial, resultando en una combinación de soluciones que solo puede lograrse con un equipo formado por especialistas de diferentes disciplinas.

Agradecimientos

El reto que suponía enfrentarse a la complejidad de esta fue asumido por un equipo técnico multidisciplinar dentro del que se puede mencionar a QARK Arqueología como asesores permanentes durante las fases de elaboración del proyecto y de dirección de la obra, a la empresa adjudicataria de las obras TRYCSA, constructora dedicada a restauración patrimonial, con su equipo de especialistas, y a sus empresas

colaboradoras como Urbe pro Orbe Patrimonio Cultural, responsables de la arqueología.

No se debe olvidar el apoyo, compromiso y guía por parte de los técnicos del Ayuntamiento de Logroño bajo la responsabilidad de Jesús González Menorca ni, tampoco, la voluntad clara de la Corporación Municipal de emprender esta singular restauración.

Referencias

- [1] A. Rodríguez Miranda, J. M. Valle Melón, Documentación geométrica del Puente de Mantible, Logroño (La Rioja) y Laguardia (Álava), UPV-EHU, 2017
- [2] J. León, Carta de 2019 contenida en el Acta nº1 dirigida a la Comisión de Monumentos y Patrimonio Histórico de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, enero 2020.
- [3] Fortea Luna, M. , “Informe de Evaluación de Cargas, Diagnóstico y Propuesta de Consolidación Estructural del Puente Mantible”, 2019.
- [4] González Antón, A. 2019 “Inspección de la Base de la Pila Norte del Arco de la Margen Derecha del Puente Mantible”, 2019.
- [5] Jiménez San Pedro, R. y Bandrés Martínez, A. 2019, “Caracterización de los Morteros de Puente Mantible”, 2019.
- [6] J. M. Martínez Torrecilla, L. Sánchez Zufiaurre, Análisis estratigráfico y excavación arqueológica del puente de Mantible, 2021.
- [7] Rodríguez Miranda, Á. y Valle Melón, J. M. 2021, Documentación geométrica de los restos del arco derecho del Puente de Mantible tras su colapso, Logroño (La Rioja). UPV-EHU.
- [8] J. M. González Menorca, G. Capellán Miguel, J. Martínez Aparicio, J. I. Murillo Fragero, C. Molina Barreiro y J. M. Martínez Torrecilla, Reconstrucción del Puente Mantible logroñes. ISBN 978-84-09-65411-6. 2024