

MEMORIA

ÍNDICE

1. Agentes.....	1
2. Antecedentes.....	1
3. Objeto.....	2
4. Emplazamiento.....	3
5. Situación legal.....	6
6. Análisis histórico.....	10
7. Análisis descriptivo-constructivo.....	28
8. Análisis de daños y patologías.....	36
9. Propuesta de intervención.....	46
10. Presupuesto y plazo de ejecución.....	48

1. AGENTES

Promotor:

Ayuntamiento del Valle de Arce / Artzibar, CIF P-3102800-D.

Técnicos redactores:

Aitor Ramírez Rico, arquitecto colegiado del C.O.A.V.N. nº 3916, DNI 72701845-H.

Miriam Larumbe Vinuesa, arquitecta técnica colegiada del COATNA nº 1544, con DNI 72689688-M. Ha colaborado en la elaboración del presupuesto del proyecto y es la redactora del EBSS y el EGR.

Medición topográfica, fotografías y ortoimágenes:

Ignacio García Iribarría, ingeniero técnico topógrafo, socio gerente de PRECISA HDS S.L.

2. ANTECEDENTES

El puente sobre el río Urrobi en el valle de Arce -conocido popularmente como puente romano o puente Esqueleto- estuvo en pie hasta su reciente ruina acaecida alrededor del comienzo de los años 2000. El desuso y la falta de mantenimiento a la que se vio sometido durante mucho tiempo provocaron que la parte central del arco colapsara. Hoy en día quedan los arranques de ambas orillas dominados por la exuberante vegetación del entorno.

Para poder redactar este proyecto, se realizó una medición mediante escáner láser con apoyo de fotogrametría para la obtención de ortoimágenes de los alzados del puente. Previamente a este trabajo de medición hubo que realizar un desbroce de la vegetación más abundante, además de la tala del roble que había crecido en el tímpano de la margen derecha, aguas abajo.



En el proceso participativo desarrollado en el valle de Arce entre septiembre y noviembre del año 2020 se identificó como objetivo estratégico el de **desarrollar y fomentar Turismo Sostenible** “*creando una oferta de calidad basada en el potencial del Valle y en el conocimiento de sus vecinos, es decir en los recursos naturales, en la sostenibilidad, la cultura, el patrimonio histórico y el ocio respetuoso en la naturaleza.*”

En este sentido el presente proyecto de reconstrucción del puente responde a la estrategia identificada con anterioridad y reiterada en el **Plan De Sostenibilidad Turística en Destino**.

3. OBJETO

El objeto del presente proyecto es definir las características técnicas básicas y la cuantía económica de las obras de Restauración del Puente de Urdíroz en Arce dentro del PSTD Pirineo 2023-2025 para el Ayuntamiento del valle de Arce, con la finalidad de solicitar su inclusión en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia financiado por la Unión Europea -Next Generation EU-, en el componente “C14 Plan de modernización y competitividad del sector turístico”, en la medida I1 “Transformación del modelo turístico hacia la sostenibilidad” y Submedida 2 “Planes de Sostenibilidad Turística en Destino” (I1.2).

El Ayuntamiento del valle de Arce garantizará el pleno cumplimiento del principio DNSH de NO CAUSA UN PERJUICIO SIGNIFICATIVO A LOS SEIS OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES del artículo 17 del Reglamento (UE) 2020/852, que se enumeran a continuación:

- a) *Mitigación del cambio climático.*
- b) *Adaptación al cambio climático.*
- c) *Uso sostenible y protección de los recursos hídricos y marinos.*
- d) *Economía circular, incluidos la prevención y el reciclado de residuos.*
- e) *Prevención y control de la contaminación a la atmósfera, el agua o el suelo.*
- f) *Protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas.*

El Ayuntamiento del Valle de Arce garantizará el pleno cumplimiento del etiquetado climático y digital, de acuerdo con lo previsto en el PRTR y por el Reglamento (UE) 2021/241 y con lo requerido en la Decisión de Ejecución del Consejo.

Etiqueta 075: “Infraestructura para bicicletas”. (Contribución del 100%).

Justificación:

Esta etiqueta está dirigida al diseño y puesta en marcha de infraestructuras que promuevan el turismo sostenible, a través de la creación de senderos y rutas ciclables, por lo que la ejecución de este proyecto posibilitará la creación y adecuación de atractivos recorridos destinados tanto a ciclistas como peatones.

El diseño del puente se encuentra alineado con los principios de movilidad sostenible y como una vía de comunicación que fomenta la interconexión de las localidades del margen derecho del río Urrobi, que son: Lusarreta, Saragüeta y Urdíroz (por las que discurre la Calzada romana del Pirineo y la Eurovelo 3); con las del margen izquierdo que son: Villanueva de Arce / Hiriberri y Arrieta (por donde también transcurre el Camino Real de Burguete a Aoiz); promoviendo así la generación de circuitos entre sus senderos y, por lo tanto, la disminución del uso de vehículos motorizados.

El proyecto se alinea totalmente con la conservación del ZEC Urrobi de la Red Natura 2000 (sistema fluvial de los ríos Irati, Urrobi y Erro), así como de los sistemas silvopastorales que existen en el valle.

La recuperación del puente que comunica las dos orillas del río Urrobi forma parte del acondicionamiento del sendero que une Villanueva de Arce / Hiriberri y Urdíroz, conectando las rutas que transcurren por el valle de Arce.

El senderismo y los paseos en bicicleta son actividades demandadas dentro del pirineo navarro, por lo que su desarrollo y su mantenimiento son estrategias tanto para el Gobierno de Navarra como para este Ayuntamiento.

La reconstrucción del puente también pone en valor la importancia que tuvo en su día la industria minera en el valle de Arce ya que éste seguramente formaba parte de la infraestructura de la arruinada fábrica de mineral situada en el paraje de Urrobi.

4. EMPLAZAMIENTO

EL VALLE DE ARCE / ARTZIBAR

El valle de Arce está situado en la parte nordeste de la Comunidad Foral de Navarra, entre el prepirineo y el pirineo navarro. Está atravesado de norte a sur por los ríos Irati, Urrobi y Gurpegui. Limita al norte con los municipios de Erro, Burguete, Garralda, Oroz-Betelu y Garayoa, al este con los de Abaurrea Baja y Urraúl Alto, al sur con el de Lónguida y al oeste con los de Lizoáin-Arriasgoiti y Erro.

Su término municipal tiene una superficie de 145,34 km² y tiene una densidad de población de 1,7 h/ km². Se compone por 7 concejos abiertos: Arrieta, Azparren, Lacabe, Nagore, Saragüeta, Úriz y Villanueva de Arce y 14 espacios singulares de población: Equiza, Espoz, Gorraiz de Arce, Gurpegui, Imízcoz, Lusarreta, Osa, Uli Alto, Urdíroz, Usoz, Zanduetta, Arizcuren, Zazpe y Arce.



RÍO URROBI

El río Urrobi, afluente del río Irati y tributario del río Aragón por su margen derecha, tiene una longitud de 32 km y abarca una cuenca con una superficie de 119 km².

Nace en las regatas de la vertiente meridional del Puerto de Ibañeta, pero toma ya forma propiamente de río en la muga entre Auritz / Burguete y Aurizberri / Espinal, entre el polígono industrial y el camping que llevan su nombre. Atraviesa el valle de Arce de norte a sur, llegando a la reserva de la Poche de Chinchurrenea, una foz excavada entre Nagore y Orbáiz, desaguando en el embalse de Itoiz, aguas arriba de Aoiz.



PUENTE ESQUELETO

El puente se localiza en las coordenadas UTM 30N x: 632.084; y: 4.752.207.

Perteneciente al antiguo término de Urrobi -hoy de Urdíroz-, se sitúa entre los pueblos de Saraçüeta y Urdíroz, a la altura de la antigua fábrica mineral de Urrobi.



Localización del puente sobre plano de cartografía topográfica. Extraído del visor de IDENA.

El río y la carretera discurren en paralelo. El entorno donde se ubica el puente está repleto de vegetación hasta el punto de que no se llega a identificar en las ortoimágenes de satélite.



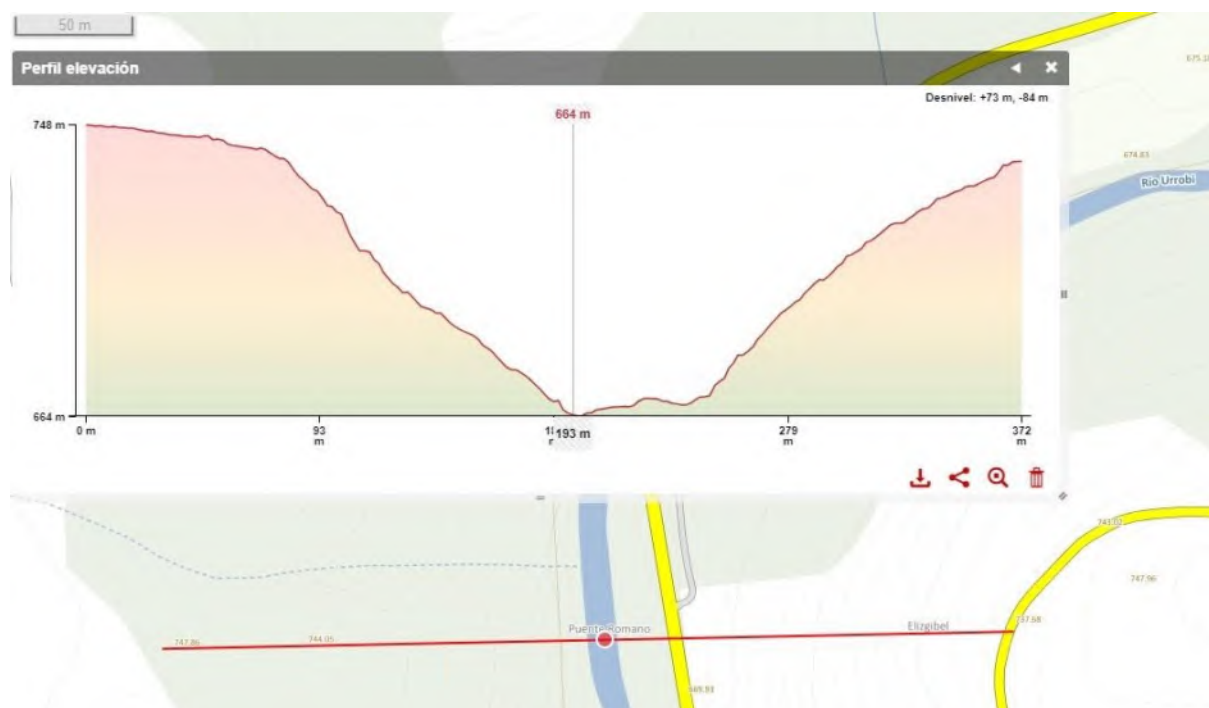
Localización del puente sobre ortofoto del año 2023. Extraído del visor de SITNA.

Tiene acceso algo complicado desde el punto kilométrico PK 20,700 de la carretera local NA-1720 que une Aoiz / Agoitz con Auritz / Burguete en paralelo al río Urrobi.



Localización del puente desde la carretera en dirección Burguete. Imagen del año 2022 extraída de Google Street View.

Puente y carretera se sitúan en el punto más bajo entre dos laderas escarpadas: hacia el este el desnivel se allana en el despoblado de Urrobi y hacia el oeste sube hasta alcanzar los 1200 m de altitud en la Peña de Urdíroz, que domina el paisaje de esa zona del valle.



Sección del terreno en perpendicular al río a la altura del puente. Extraído del visor de IDENA.

El entorno cercano del puente en ambas orillas se encuentra repleto de vegetación, tanto de pequeño porte (arbustos, bojes y vegetación de ribera) como de gran porte (hayas y robles).



Imágenes de las dos orillas del río tomadas desde la parte superior de cada extremo del puente.
Izquierda: margen izquierda. Derecha: margen derecha.

5. SITUACIÓN LEGAL

PROPIEDAD

El puente es propiedad del Ayuntamiento.

PARCELARIO

El puente no tiene asignación de parcela. Su embocadura occidental da a la parcela nº 67 del paraje de Matakaran y la oriental a la parcela nº 66 del paraje de Lurgurrieta, ambas en el polígono 29 del municipio de Arce.

La superficie en planta del puente, teniendo en cuenta las embocaduras de sendos márgenes, es de aproximadamente 70 m².



Dibujo de la situación del puente en relación con las parcelas del entorno cercano, con los nombres de los parajes.

PLAN MUNICIPAL

El Plan Municipal de Arce / Artzi tiene fecha de aprobación definitiva el 19/11/1997.

En su Art. 19.- *Grados de protección y ordenanzas*, incluye a los puentes en: *grado 3, protección de elementos singulares*, a los que les es de aplicación la *ordenanza 3*.

La protección en grado 3 vincula a los elementos singulares que por su valor deben ser objeto de conservación integral o general en las características principales que los identifican.

Se toma como referencia adecuada para la selección de estos elementos singulares el Catálogo de la Institución Príncipe de Viana, debidamente actualizado y completado.

La ordenanza 3 tiende como criterios generales a la conservación de dichos elementos mediante la rehabilitación o restauración con medidas protectoras para recuperar o conservar su identidad. Determinadas actuaciones constructivas e interpretaciones de la ordenanza quedarán reguladas mediante informes de la Institución Príncipe de Viana.

En el Art. 22 se desarrolla la ordenanza 3 del *Grado G3. Protección de elementos singulares. Ordenanza 3*. Según el Art. 22.1.2, no necesitarán tramitación previa mediante informes de la Institución Príncipe de Viana las actuaciones que se ajusten al contenido de la ordenanza, salvo que se modifique la anchura de paso del puente (que no es el caso).

Como criterio general, según el Art. 22.2, los puentes se conservarán mediante la restauración de partes y conjunto, haciéndose con las características originales de tratamiento de materiales y construcción.

El puente objeto del proyecto aparece en el anexo a la memoria del Plan Municipal, en una de las fichas del Inventario Arquitectónico de Interés Histórico Artístico de Navarra realizado en 1983.

El nombre o código de la ficha es L3602 E01. Tiene un plano del área en que se encuentra el elemento señalándolo, cuatro fotografías (de mala calidad por ser fotocopia de la fotocopia) y está dividida en varios apartados:

- En el apartado nº 1 aparece con el nombre de “puente”, con las coordenadas UTM correspondientes e indica mediante el símbolo “-” que no se diferencian partes.
- En el apartado nº 2 lo incluye en el concejo de Imízcoz (Urdíroz pertenece al mismo concejo).
- En el apartado nº 3 lo clasifica como tipo de elemento “36” (viaducto, puente), con propiedad “3” (administrativa), con elemento diferenciable “1” (el elemento estudiado se conforma de una única parte), con accesibilidad “44,5” (que son los km a Pamplona) y la califica con “1” (accesible con vehículo pesado).
- En el apartado nº 4 la parte correspondiente a estilos y épocas está en blanco. En cuanto al interés, lo califica (siendo 1 el máximo y 9 el mínimo) con interés arquitectónico “8”, histórico “6” y funcional “1” (se utiliza según su función y es correcto su uso). Su uso actual es “público” y el recomendado “5” (también público). El sistema constructivo es “5” (arcos de descarga) y los materiales “10” (piedra).
- En el apartado nº 5, correspondiente al estado y grado de conservación, le asigna el grado “2” (buen grado de conservación) y la extensión de ese grado en “1” (en general). El resto de las partes correspondientes a reconstrucción y restauración, elementos positivos y negativos (referentes a intervenciones realizadas) están rellenas con el símbolo “-”, dando a entender que no hay comentarios al respecto.
- En el apartado nº 6, correspondiente a las actuaciones recomendadas, le asigna un “2” (mantenimiento) con una urgencia de actuación “3” (a corto plazo), aconsejando trabajos de “limpieza”.
- Finalmente, se le da una calificación en campo de “8” (siendo 1 el máximo y 9 el mínimo).

La fecha correspondiente a la recogida de los datos que aparecen en esta ficha del inventario es del 28 de septiembre del año 1983. La realidad respecto al estado actual de conservación del puente dista mucho de la reflejada en esta ficha. Tal es así, que en el último Inventario Arquitectónico de Navarra (realizado por la empresa Muraria S.L. entre los años 2001 y 2015 y concretamente en la merindad de Sangüesa entre los años 2009 y 2011) se procedió a la exclusión del puente de Urdíroz debido a su estado ruinoso.

A continuación, se adjunta la ficha descrita anteriormente:

E-101 FICHA DE ELEMENTO (7) IAIHA - NAVARRA

ELEMENTO		1 NOMBRE PUENTE		L 3 6 0 2 E 0 2	
ARQUITECTONICO		UTM x 632, y 4.752, z		Diferenciable nº 91	
2 Municipio Arce		Concejo Imizcoz			
barrio paraje		pl. c/.			
3 TIPO 3 6		PLANTAS Nº --		PROPIEDAD 3	
ELEMENTOS DIFERENCIABLES					
ACCESIBILIDAD 4 4 5		Km a Pamplona Vehículo todo terreno		a pie 38	
39					
4 ESTILOS					
EPOCAS					
USO Actual Público		5 Recomendado		INTERES	
SIST. CONSTRUC. 5		MATERIALES 1 0		DETALLES Y MUEBLES	
5 ESTADO GRADO		CONSERVACION 2 1		RECONSTRUCCION - RESTAURACION -	
ELEMENTOS POSITIVOS		---			
ELEMENTOS NEGATIVOS		---			
6 ACTUACION RECOMENDADA					
Mantenimiento				2 3	
Limpieza		CALIFICACION CAMPO		8	
		CALIFICACION FINAL			
AUTORES 1 6		FECHA 2 8 Sept. 1.98 3		A 0 2 8 E	

OTROS CATÁLOGOS O INVENTARIOS

No está reseñado en el Catálogo Monumental de Navarra.

No está incluido en el último Inventario Arquitectónico de Navarra.

No está declarado ni Bien de Interés Cultural (BIC), ni Bien Inventariado (BIN) ni Bien de Relevancia Local (BRL).

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA

Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) tiene la competencia sobre el cauce del Urrobi.

A efectos de esta competencia, se indica que no se producirá variación de la sección original de desagüe del puente ni de las márgenes del río.

La ruina del arco del puente no se debió a ninguna riada. Tal y como se explicará más adelante en el análisis patológico, se ha llegado a la conclusión de que la acumulación de material arrastrado sobre la zona de la margen derecha, sumado a la descohesión del macizado del riñón provocada por la penetración de las raíces de la vegetación, fueron las causas de la caída de parte del arco por debilitamiento del estribo oeste.

Con el objeto de evitar esa posible acumulación, se manipularán ligeramente las cotas del terreno a la salida del puente de forma que pueda evacuarse el agua superficial que discurra por el camino hacia el río por la parte norte de la margen derecha. Para facilitar esa evacuación, se limpiará el talud del material desprendido del muro de la aleta, sin alterar la sección de la margen del río.

MEDIO AMBIENTE

El Servicio de Biodiversidad y Gestión Piscícola del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra tiene la competencia sobre el medio ambiente en el que se sitúa el puente: la Zona de Especial Conservación (ZEC) “Sistema Fluvial de los Ríos Irati, Urrobi y Erro”, denominado ES2200025.

El Ayuntamiento de Arce solicitó informe al Departamento en mayo de 2024, siendo favorable siempre que se cumplan una serie de condicionantes:

- Avisar con una semana de antelación al inicio de los trabajos.
- Minimizar la afección de la vegetación de ribera.
- Retirar por medios manuales la vegetación del puente, sin emplear biocidas.
- Restaurar a su estado original el terreno del entorno del puente.
- La maquinaria pesada debe trabajar desde las orillas, sin entrar en el cauce.
- La colocación de los andamios no entorpecerá el paso del flujo del agua.
- Habilitar espacios dentro del propio puente para el mirlo acuático, además de para otros tipos de avifauna y de quirópteros.
- Para no afectar al periodo reproductivo del visón europeo, el plazo de ejecución de las obras deberá ser entre el 1 de septiembre y el 1 de abril.
- Queda prohibido cualquier tipo de vertido al cauce. Se aplicarán medidas preventivas para evitar la caída del material de las obras.

CARRETERAS

A efectos de la competencia en carreteras de Gobierno de Navarra, se indica que no se alterará el talud de la carretera local NA-1720 ni durante el transcurso de las obras ni para crear el acceso al puente. Llegado el momento, se solicitarán los permisos pertinentes

OTRAS NORMATIVAS

Son de aplicación las disposiciones de la Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, del Patrimonio Cultural de Navarra.

6. ANÁLISIS HISTÓRICO

EL VALLE DE ARCE EN ÉPOCA ROMANA

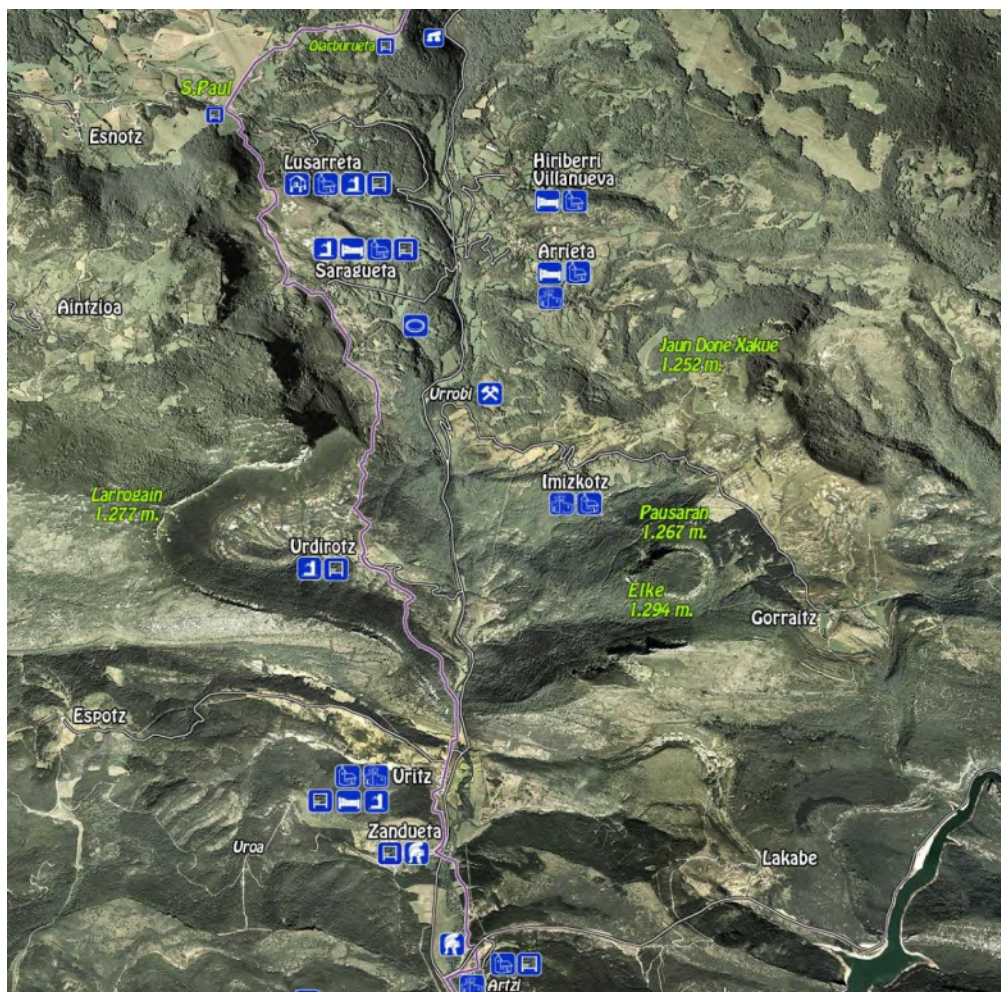
Hacia el siglo I a. C. pasaba una calzada romana por la cuenca del río Urrobi que venía desde Caesaraugusta (Zaragoza) desviándose por Ekai para, una vez atravesado el valle de Arce, llegar a Roncesvalles por Burguete y bajar por Valcarlos en dirección a Burdigala (Burdeos).

En el término de Burguete, entrando al valle de Arce, se encuentra el puente denominado Arrobi sobre el río Urrobi, de características similares al de Urdíroz pero de menores dimensiones. Posiblemente ese puente tuviera origen romano debido a su cercanía con los restos del asentamiento encontrado en el paraje de Zaldúa (¿Iturissa?), entre Burguete y Espinal. A pesar de ese origen, el grueso de su fábrica parece medieval y muestra diversas reconstrucciones y reparaciones posteriores.



Alzado aguas abajo del puente Arrobi. Fotografía de Julio Asunción extraída de la web "es.wikiloc.com".

El trazado de la calzada romana del valle de Arce se descubrió gracias a la aparición de seis miliarios. Al norte del valle transcurre en paralelo al río por su margen derecha, para después alejarse de éste siguiendo el desnivel adecuado pasando al oeste de las localidades de Lusarreta y Saragüeta. Sigue entre las Peñas de Urdíroz y el río Urrobi, atravesando Urdíroz por el este y bajando a Úriz y Zanduetta, donde cruza el río para llegar a Arce y Nagore, saliendo del valle por el mismo trazado que la carretera actual. En el propio paraje de la ermita de Santa María de Arce, en la orilla oriental del río Urrobi, se localiza el yacimiento arqueológico de las termas romanas de Artzi, con una primera fase situada en el periodo altoimperial de los siglos I-II d. C.



En morado, trazado de la calzada romana. Detalle del panel informativo extraído de la web "valledearce.com".

Los romanos, en la conquista de nuevas tierras, buscaban también la riqueza minera en cualquiera de sus versiones (oro, plata, cobre o hierro). En Arike y Lanz, localidades relativamente cercanas al valle de Arce, hay documentadas explotaciones mineras romanas. En el propio paraje de Zaldúa, las principales evidencias de estructuras indican que había un área relacionada con la actividad metalúrgica. Es factible que también en el propio valle de Arce, con numerosas minas datadas desde el siglo XIV, los romanos explotaran la riqueza mineral de los márgenes de los ríos Urrobi e Irati. Esta última hipótesis se puede apoyar en dos evidencias:

- Cerca de Lusarreta, junto a la calzada romana, se encuentran varias bocaminas.
- En el edificio termal de Artzi se ha localizado una segunda fase (datada en la segunda época tardoantigua del siglo III d. C.) en la que se cree que, una vez abandonada la funcionalidad termal, pudo albergar actividades relacionadas con la producción metalúrgica.



Imagen aérea de las termas de Artzi. Extraída del artículo "Yacimiento arqueológico de Artzi: campaña de excavación de 2021".

URROBI EN LA EDAD MEDIA

La aldea más próxima al puente es Urrobi (hoy despoblado en ruinas), situada entre el río y la localidad de Imízcoz.

El primer escrito en el que aparece Urrobi (junto con otros pueblos del valle de Arce) como lugar data del año 1327, en el que se nombra a un vecino de Pamplona llamado don Sancho d'Urroui.

La referencia temporal más importante acerca de Urrobi es del año 1340. Los reyes Felipe III de Evreux y Juana II quisieron dar un impulso reformador a la gestión de su patrimonio, muy mermado económicamente debido a la ausencia de acuñaciones anteriores y a la aparición de monedas falsas. Una manera de aumentar los ingresos fue aprovechar los recursos naturales del reino, entre ellos la explotación minera.

En 1338 llega a Navarra el florentino Paolo Girardi (un erudito experto en teoría monetaria) para asesorar a los reyes en lo relativo a la explotación minera, obteniendo el puesto de maestro de minas del reino. En 1340 redacta un informe para el rey en el que habla sobre la posibilidad de explotar, entre otras, las minas de plata y cobre de Urrobi.

El informe de Paolo Girardi habla sobre dos minas en el valle de Arce: la mina de Imízcoz -próxima a la localidad del mismo nombre- y la de Urrobi, a un cuarto de legua de la anterior.

En el artículo de Íñigo Mugueta Moreno “Minería cuproargentífera en el reino de Navarra (siglo XIV)” sitúa la mina de Urrobi en la ladera opuesta, cruzando el río, cercana en dirección noreste a la aldea de Lusarreta a unos dos kilómetros y medio de la de Imízcoz, pero es consciente de que no coincide la distancia con la indicada por Girardi (una legua puede oscilar, según las regiones y las diferentes fuentes de información utilizadas, entre 4 y 5,5 km). La imagen de la derecha está extraída del citado artículo.



Según se describe en el artículo de Mugueta:

En 1340 Girardi había propuesto una explotación de tamaño considerable. Los datos conocidos dan idea de la construcción de un complejo minero de importantes dimensiones en las proximidades del yacimiento: varias casas, cobertizos, un palacio para residencia de los maestros mineros, un horno, diversas canalizaciones, carboneras y un molino en el curso del río. Se trató sin duda de un importante trabajo y de la movilización de diversos recursos naturales, en especial madera y piedra procedentes de entorno cercano. Girardi planteó al rey una explotación en la que participarían hasta treinta y siete personas, entre maestros de gremios diversos, braceros y mujeres. (...) Durante tres días cada semana se utilizarían animales para llevar el mineral al molino, y otros dos animales de tiro para desplazar hasta allí los troncos que cortasen los leñadores.

En la publicación de “Patrimonio industrial de Navarra. La fragilidad de un legado” de los autores Amaia Apraiz Sahagún (coordinadora), Ainara Martínez Matía y María Romano Vallejo, en su capítulo “Del trabajo del hierro” describe para el caso de las ferrerías lo que Mugueta denomina como la “revolución industrial del siglo XIV”:

Se trata de un entramado complejo, que va mucho más allá del edificio del taller e incluye la infraestructura hidráulica (presas y canales) que domina el medio para la obtención de energía; la zona productiva, donde están el martillo o martinete y los martines, los fuelles,

pero donde se disponen también los almacenes y dependencias auxiliares; además de la red de caminos para el transporte de materias primas (carbón vegetal y mineral de hierro) y la expedición del producto terminado. Todo ello conforma un sistema íntimamente anclado al territorio y que no está aislado, sino que a menudo se completa con ermita, torre, puente, vivienda, molino...

Más adelante habla sobre la ferrería de Ibero en Leitza, de origen medieval (1405):

Es un buen ejemplo del modelo de ocupación del espacio de ese tipo de dependencias, ya que, además del taller, contaba con casa-torre, caserío, ferrería y puente. Constituye así una muestra de las estructuras de poder y control del medio, que iban mucho más allá del dominio de unas técnicas productivas: el control de caminos y pasos, la significación de los linajes que poseían estas ferrerías y su presencia en el territorio (...).



Puente de la ferrería de Ibero en Leitza. Al fondo a la derecha, la casa-torre. Extraído de la web "sitioshistoricos.com".

Volviendo a Urrobi, Girardi cobró su salario hasta el 24 de septiembre de 1343, fecha en la que abandonó secretamente el reino. Seguramente su fuga estuvo motivada por el paulatino descenso de los rendimientos de las minas de Urrobi: tras un par de buenos años (siendo el primero, el de 1340, el más productivo), el filón originario de plata se fue agotando. Girardi pudo haber errado en sus cálculos, otorgando a la mina mayor riqueza de la que tenía, o acaso engañó al rey. Parece por lo tanto que planteó una explotación desproporcionada para un yacimiento pequeño, buscó su propio interés, y abandonó la mina cuando dejó de resultarle rentable.

En los años sucesivos se tuvo que explotar casi exclusivamente el mineral de cobre, a impulsos desiguales e inconstantes. El sucesor inmediato de Girardi fue Marco de la Fe, sargento de armas del Papa, llegado en 1343 para supervisar la extracción de cobre. No se tiene constancia de ventas ni transferencias de mineral durante esa temporada. Años más tarde, en 1362, Brace de Florencia se hizo con la concesión real de explotación de la mina de Urrobi. Éste solicitó al rey realizar obras de acondicionamiento en la mina: volver a abrir la boca de la mina, adecentar el molino y los edificios de habitación. No se han encontrado en los libros de cuentas de estos años salidas ni entradas importantes de mineral de cobre de la mina de Urrobi. Entre finales del siglo XIV y principios del XV se tiene constancia de contratos con maestros mineros en el reino y de gastos por investigaciones en las minas del valle de Arce, pero sin mayores datos.

Según la documentación de recuento de fuegos o casas de 1366, la aldea de Urrobi se da como deshabitada. Este hecho hace pensar que el poblado surgió a raíz de la explotación minera y que cuando ésta dejó de explotarse, se abandonó.

Otras fechas documentadas sobre Urrobi:

- En 1420 se afirma que es lugar desolado y que el rey poseía ahí un palacio.
- En 1448 el rey donó a tributo perpetuo los términos del despoblado de Urrobi a las localidades limítrofes: Arriera, Saragüeta, Urdíroz e Imízcoz.
- En 1466 el consejero y vicescanciller del rey de Navarra, Juan de Egurbide, recibe de la princesa Leonor las pechas de Urrobi.
- En 1534 se cita Urrobi como despoblado perteneciente a Imízcoz y Urdíroz.
- En 1666, después de haber estado unos años en propiedad de la corona, fue vendido por 200 ducados a varios vecinos de Urdíroz con reserva de dominio directo.

URROBI EN LA EDAD CONTEMPORÁNEA

En el “Diccionario Geográfico Histórico de España” de 1802, publicado por la Real Academia de la Historia, habla sobre Urrobi:

En un alto hay una ermita que fue la antigua parroquia y muchas ruinas de casas. Se hallan vestigios de minerales de cobre, y el que sacaban de ellos se elaboraba en la fábrica del lugar de Villanueva.

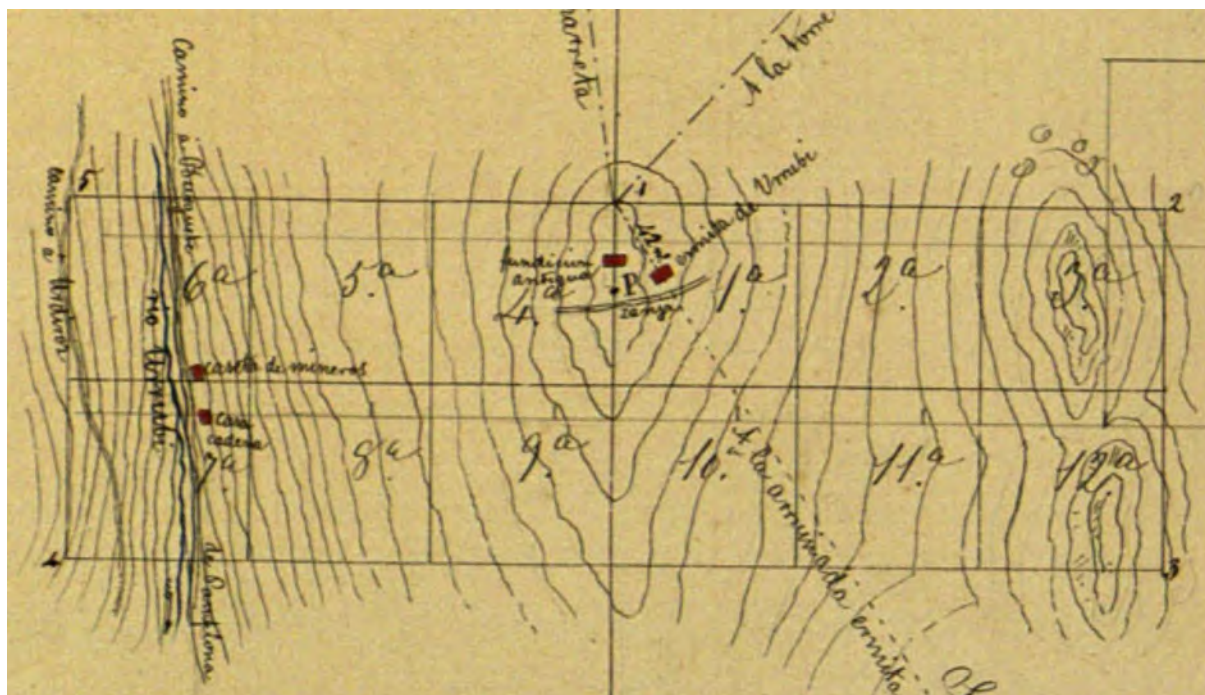
En el “Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones en Ultramar” de entre 1845 y 1850, escrito por Pascual Madoz, dice:

Despoblado de Navarra, partido judicial de Aoiz, valle de Arce: SIT. en una altura, entre Arrieta, Imízcoz y Urdíroz, que disfrutan del término del antiguo lugar, del cual queda una ermita dedicada a San Bartolomé, en cuyo día es muy concurrida. (...) Hay 4 ó 5 puntos donde se explota el mineral de cobre, aunque en corta cantidad.

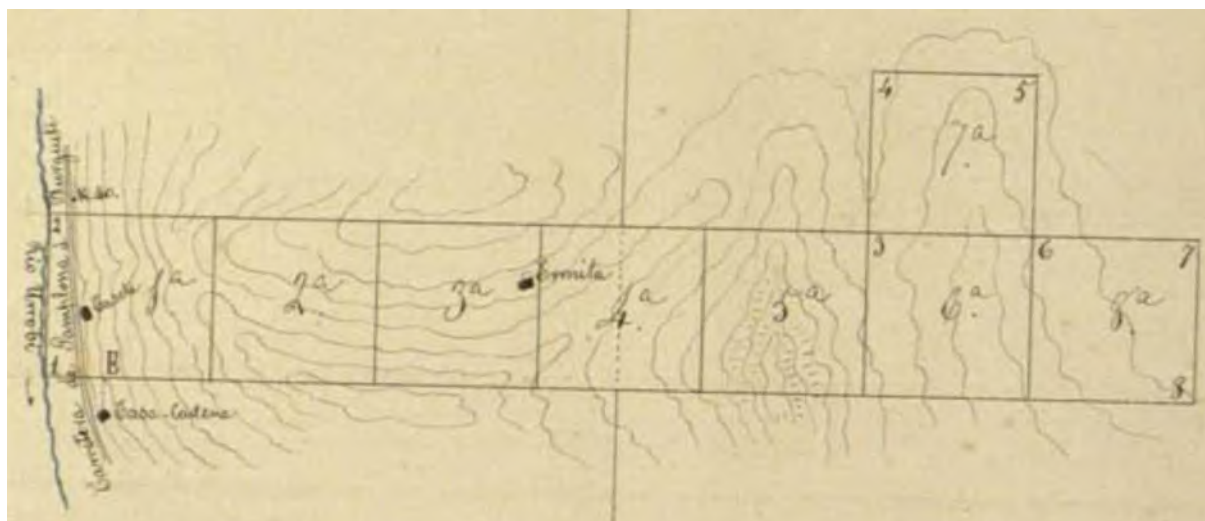
En 1851 el ingeniero de minas del Gobierno de Navarra Manuel Abeleira habla sobre las minas de cobre de San Bartolomé, junto a las ruinas de la antigua parroquia de Urrobi.

Durante finales del siglo XIX y principios del XX hay varios informes de denuncias de minas en el término de Urrobi, de las que unas se abrieron y otras ni se explotaron:

- Mina de “Santa Rita”. Mina de cobre y otros metales denunciada en 1851.
- Mina “Petrita”. Denunciada en 1851.
- Mina “La Flora”. Mina de hierro y otros metales denunciada en 1851.
- Mina de “San Miguel”. Junto a la mina de San Bartolomé, denunciada en 1853.
- Mina “Los tres amigos”. Denunciada en 1871, abandonada en 1877. Mina de cobre carbonatado con ganga de cuarzo. Se ubica a 42 m de la arruinada ermita de Urrobi, cerca de la fundición antigua y a 200 m encima del camino de Urrobi, donde están la “caseta de mineros” y la “casa Cadena”. El punto de partida se halla en una zanja antigua distante doce metros al sur de una fábrica derruida. El informe lo firma Serafín Baroja, padre del famoso escritor.
- Mina “S. Bartolomé”. Denunciada a finales de 1883. Mina de piritas y carbonato de cobre. Ubicada a unos metros de la casa llamada “la Cadena”. Se cita el topónimo Cilar-zuloa, hoy Zilarzilo (en euskera “agujero de plata”).
- Mina “S. Bartolomé 2”. Mina de cobre denunciada en 1889, mugante con la anterior, situada en el término de Cilar-zuloa. No se vio mineral al descubierto ni labor alguna dentro del perímetro demarcado.
- En 1890, el geólogo y director de minas escocés vecino de Ziburu Patrick William Stuart-Menteath abrió una extracción en Urdíroz, en el término de Urrobi, donde tuvo a 31 obreros trabajando y de la que extrajo 5 Tn de mineral de cobre. No hay más datos de la extracción, por lo que parece que no duró mucho tiempo.



Detalle del plano del informe de la mina Los 3 amigos, de 1871. Extraído de la web "portalcultura.navarra.es".



Detalle del plano del informe de la mina S. Bartolomé, de 1883. Extraído de la web "portalcultura.navarra.es".

En el plano superior del informe de la mina Los 3 amigos, de 1871, se grafían en color rojo las superficies que ocupan las construcciones del paraje: junto al río Urrobi y la carretera de Pamplona a Burguete se indican la caseta de mineros y la casa Cadena; en el punto más alto se indican la fundición antigua y la ermita de Urrobi. Bajo estas dos últimas se marca la zanja antigua sobre la que habla el informe. A la izquierda del río aparece marcado el camino a Urdíroz.

En el plano inferior del informe de la mina de S. Bartolomé, de 1883, aparecen también la caseta (sin citar la palabra "mineros"), la casa Cadena y la ermita, sin hacer mención ni a la fundición antigua ni a la zanja.

Destacar que en ninguno de los dos planos hacen mención alguna al puente sobre el río Urrobi, que se localiza en el tramo de río que está representado en ambos planos.

EL PUENTE SOBRE EL RÍO URROBI EN LOS MAPAS y PLANOS ANTIGUOS

El primero de los mapas antiguos en los que aparece marcado un puente sobre el río Urrobi entre las localidades de Urdíroz e Imízcoz es el del reino de Navarra elaborado en 1724 por José de Horta. Se encuentra entre Olóndriz y Gurbizar, bajo Imízcoz. No están indicados ni Urdíroz ni Urrobi (lógicamente por encontrarse ya desolado en aquellas fechas).



Detalle del mapa del reino de Navarra elaborado por José de Horta en 1724. Extraído de la web "valledearce.com".

El siguiente mapa en el que aparece el puente es en el del año 1818: “Mapa del Reyno de Navarra. Comprehende las Merindades de Pamplona, Estella, Tudela, Sangüesa Y Olite, subdivididas en partidos, con todos sus Valles y Cendeas” por Tomás López, geógrafo.



Detalle del mapa del reino de Navarra elaborado por Tomás López en 1818. Extraído de la web “valledearce.com”.

El puente aparece entre las localidades de Imízcoz y Lusarreta. Sorprende la imprecisión de este mapa, ya que sitúa a las localidades de Saragüeta y Urdíroz entre los ríos Urrobi e Irati, al norte de Imízcoz y al sur de Villanueva.

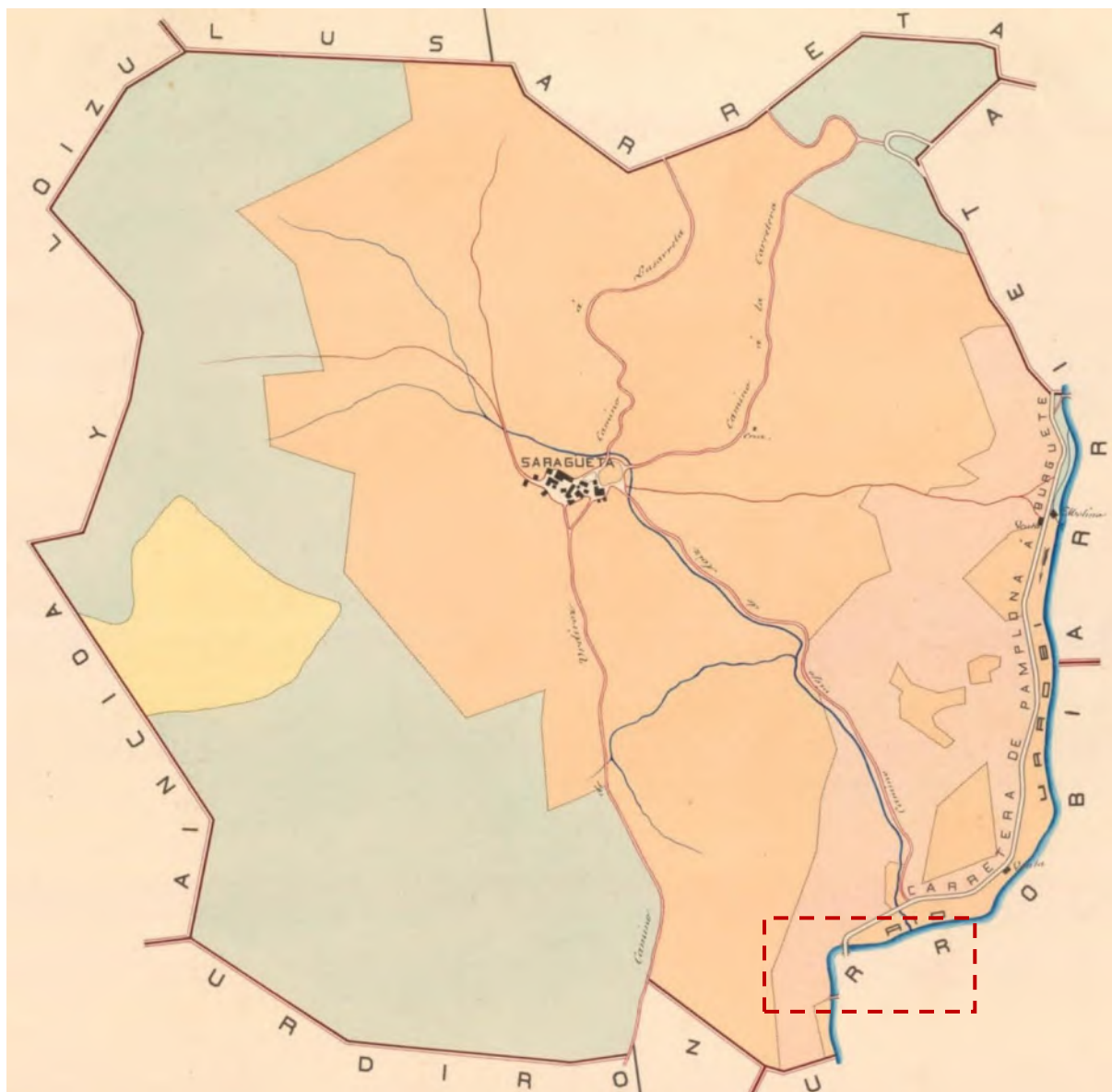
Entre 1870 y 1890 la Diputación Foral realizó los planos de masas de cultivos de Navarra. El puente sobre el río Urrobi aparece en los planos correspondientes a Urdíroz y Saragüeta, al encontrarse entre el límite de los dos concejos.



Plano de masas de cultivo de Urdíroz y Urrobi de los años 1870-90. Extraído de la web "portalcultura.navarra.es".



En esta ampliación del plano se puede observar el puente, la "venta vieja" (antigua casa de mineros), la "venta Cadena" (casa Cadena), las "ruinas de S. Bartolomé" y, con letra ilegible, lo que se supone que es la fábrica antigua. El camino que llega al puente desde Urdíroz se denomina "Camino al molino". El desvío que parte de la "venta vieja" es el camino a Imízcoz.



Plano de masas de cultivo de Saragüeta de los años 1870-90. Extraído de la web "portalcultura.navarra.es".



En esta ampliación del plano se puede observar el puente Esqueleto y el puente de la carretera. Siguiendo la carretera hacia Burguete se indica una primera venta junto al río y más adelante a la izquierda de la carretera otra venta y al otro lado de ésta, el molino.

EL PUENTE SOBRE EL RÍO URROBI EN LAS ORTOFOTOGRAFÍAS

Es posible apreciar la evolución del entorno de Urrobi en los últimos 100 años a través de la serie de ortoimágenes que se pueden consultar en el Servicio de Información Territorial de Navarra (SITNA) y en el visor de la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA).



Pseudoortofoto años 1927-34.

El aspecto de estas fechas es bastante similar al del plano de cultivos de 1870-90.



Pseudoortofoto años 1945-46.

Aparece un camino en dirección a Imízcoz, parecido al anterior, pero de más entidad y con el acceso más al norte de la casa de mineros.



Ortofoto años 1956-57.

El aspecto de estos años es bastante similar al de los años 1945-46.



Ortofoto años 1966-71.

Se puede observar que para estas fechas ya han desaparecido las construcciones de la casa de mineros y de la casa Cadena.

Es apreciable el aumento del crecimiento de la vegetación en el entorno inmediato del puente, que hace que sólo sea visible una parte de éste.



Ortofoto años 1982-84.

En estos años ya aparece la actual carretera a Imízcoz, que toma el desvío de la carretera desde más al sur.

La densa vegetación hace que resulte invisible el puente.



Ortofoto año 1991 (muy similar a la del año 1996).

Las ruinas de la ermita ya no son apreciables.

La vegetación sigue aumentando.



Ortofoto año 2000 (muy similar a la del año 2006).

Las ruinas de la antigua fábrica comienzan a ser invadidas por la vegetación.



Ortofoto año 2008.

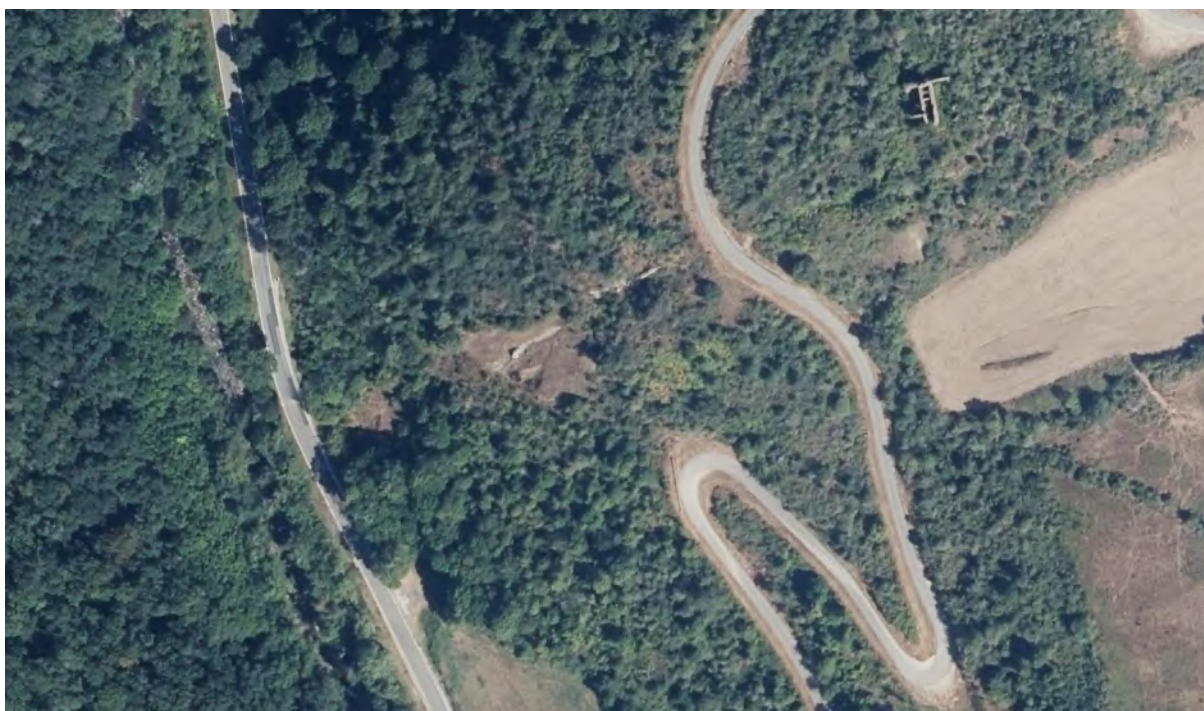
Las ruinas de la antigua fábrica siguen siendo invadidas por la vegetación.

El prado junto a la margen derecha del río, trabajado hasta hace pocos años, tiene un aspecto de abandono.



Ortofoto año 2011.

La carretera a Imízcoz se ha asfaltado.



Ortofoto año 2023.

Esta es la última ortofoto disponible hasta el momento. Entre el año 2012 y el 2023, el aspecto es similar.

DATOS DOCUMENTADOS SOBRE EL PUENTE

La única referencia escrita encontrada hasta el momento es de la Sección de Protocolos del Archivo General de Navarra, que está citada en el libro de Gerardo Huarte Ilárraz, “Cruce de caminos. Nagore (Arce)”:

“El 8 de mayo de 1784 se reunieron en Nagore Martín de Elizalde -vecino de Urdíroz-, Juan de Garde -vecino de Arrieta- y Juan Sanz -vecino de Saragüeta- para otorgar ante el notario de Aoiz Joaquín de Najurieta una escritura por la que se comprometieron en su nombre y en el de sus respectivos pueblos a reconstruir el puente de Urrobi, que se había derrumbado. Las obligaciones asumidas por estas personas estaban aceptadas también por Imízcoz, aunque su representante -Martín de Inda- no estuvo presente en el acto de la firma de la escritura. Los representantes de los cuatro pueblos se obligaron a que el maestro cantero Pedro Lorda, vecino de Saragüeta, reconstruyera el puente, conocido también con el nombre del “Esqueleto” y arreglara la traza en el plazo de un año y un día y por el precio de 110 pesos (880 reales, equivalentes a 220 pesetas), “con buena piedra y buen mortero”. Los cuatro pueblos implicados se obligaban a poner a disposición del maestro cantero “30 caballos y otros 30 hombres, que acarrearán la piedra y la colocarán a pie de obra”.

CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS HISTÓRICO

Resulta complejo datar de manera fidedigna este tipo de construcciones con un uso tan funcional y necesario para el ser humano como el de conectar dos orillas de un río. No se dispone de noticias documentales sobre su construcción. La dificultad de encontrar su origen -desde el punto de vista de su materialidad- se debe a que a lo largo de su vida han sufrido innumerables intervenciones y modificaciones, ya sean de poca entidad (mantenimiento, pequeñas reparaciones...) o de mayor envergadura (reconstrucciones totales o parciales -como la del año 1784- debidas los daños producidos por las riadas periódicas, por conflictos bélicos...).

Uno de los nombres por los que es conocido popularmente este puente es como puente romano. Es un hecho que el valle de Arce era atravesado por una calzada romana y cabe la posibilidad de que en aquella época hubiera explotaciones minerales en las márgenes del río Urrobi que hicieran necesario cruzarlo en algún punto. Sin embargo, se descarta el origen romano de este puente, tanto por la ejecución de su fábrica como por la estrechez de su vía. Además, la traslación de las medidas de los restos del puente a pies romanos (29,57 cm) no da como resultado unas relaciones coherentes: el diámetro del arco (915 cm) se aproxima a 31 pies; el ancho del arco (270,5 cm) resulta 9,15 pies; la distancia entre estribos -donde se ensancha el puente- (940 cm) son 31,7 pies; el ancho de los estribos (938 cm) se acerca a 10 pies con 2/3; y la anchura del pretil (52 cm) son 1,76 pies.

Pudo existir en el valle un puente romano y que las riadas de diferentes épocas, el tiempo e incluso el expolio terminaran por hacerlo desaparecer (¿pudo estar en el paraje denominado como Zubizar, puente viejo en euskera?). Ese puente viejo pudo haber servido de modelo en épocas posteriores a uno nuevo situado o bien en el mismo lugar o en otro diferente. Es sabido que a lo largo de la Edad Media se copiaba la manera de hacer romana: era sencillo imitar la simplicidad del arco de medio punto de fábrica para construir un puente.

Por las mismas razones por las que se ha descartado el origen romano del puente, se le puede asignar un origen medieval: por el tipo de fábrica, por la estrechez de la vía y por sus medidas al trasladarlas a pies (26,17 cm), codos (39,25 cm) y varas navarras (78,5 cm). El diámetro del arco (915 cm) resulta 35 pies, 23 codos y 1/3, 11 varas y 2/3; el ancho del arco (270,5 cm) se aproxima a 10 pies y 1/2, 7 codos, 3 varas y 1/2; la distancia entre estribos -donde se ensancha el puente- (940 cm) se acerca a 36 pies, 24 codos y 12 varas; el ancho de los estribos (938 cm) resulta 12 pies, 8 codos y 4 varas; y la anchura del pretil (52 cm) son 2 pies, 1 codo y 1/3, 2/3 de vara.

En cuanto a datar su origen, se pueden manejar dos hipótesis:

- Que se construyera en 1340 como elemento fundamental dentro de la infraestructura creada por Girardi para la explotación del mineral en Urrobi.
- Que se construyera a partir de 1448 para facilitar el paso de las gentes de Urdíroz y Saragüeta a las tierras que trabajaban en el paraje de Urrobi, tras su donación por el rey a los pueblos limítrofes.

Hipótesis del origen en 1340

Según los datos que constan en el informe de Paolo Girardi de 1340, es plausible que dentro del importante complejo minero instalado próximo al yacimiento (casas, cobertizos, palacio, iglesia, horno, carboneras, canalizaciones, molino...) se hubiera construido un puente para cruzar el río. Este puente daría paso tanto a la mina como a los bosques, minas y canteras situados en la margen derecha. No resultaría extraña su ubicación junto a la casa de mineros y la casa Cadena (donde se encontraba el peaje de cobro de impuestos de mercancías establecido a partir del siglo XVIII, pero heredero del antiguo sistema arancelario) situadas en la vía principal del valle, futuro Camino Real: es una muestra de poder y una forma de controlar los pasos y caminos del entorno.

Respecto a la situación de las dos minas que cita Girardi, se puede especular en base a la toponimia del entorno que la mina de plata de Imízcoz estaba situada en el paraje denominado Zilarzilo (o como se decía en los expedientes de finales del siglo XIX, Cilarzulo, “agujero de plata”) y que la segunda mina, la de Urrobi, se localizaba en el paraje del mismo nombre que se encuentra en la otra orilla del río. Esta teoría se apoya en el hecho de que ambas minas se encuentran distanciadas entre ellas 1,16 km, lo que vendría a ser un cuarto de legua, si tenemos en cuenta que 1 legua tanto en Italia (de donde era Girardi) como en Francia (de donde era el rey de Navarra) medía 4,44 km. La medida de legua que da Mugueta en su estudio es más propia del siglo XVI. Entre ambas minas, y junto al puente, se encontraría la fábrica y el resto de edificaciones del complejo (casas, carbonera, iglesia, horno...). El molino, que Mugueta lo sitúa a algo más de 1 km de la mina, podría ser la construcción que se encuentra junto al río en el término de Saragüeta, ya que en el plano de cultivos de 1870-90 el camino de Urdíroz que lleva al puente se denomina “camino del molino”, aunque también podría tratarse del molino de Arrieta.



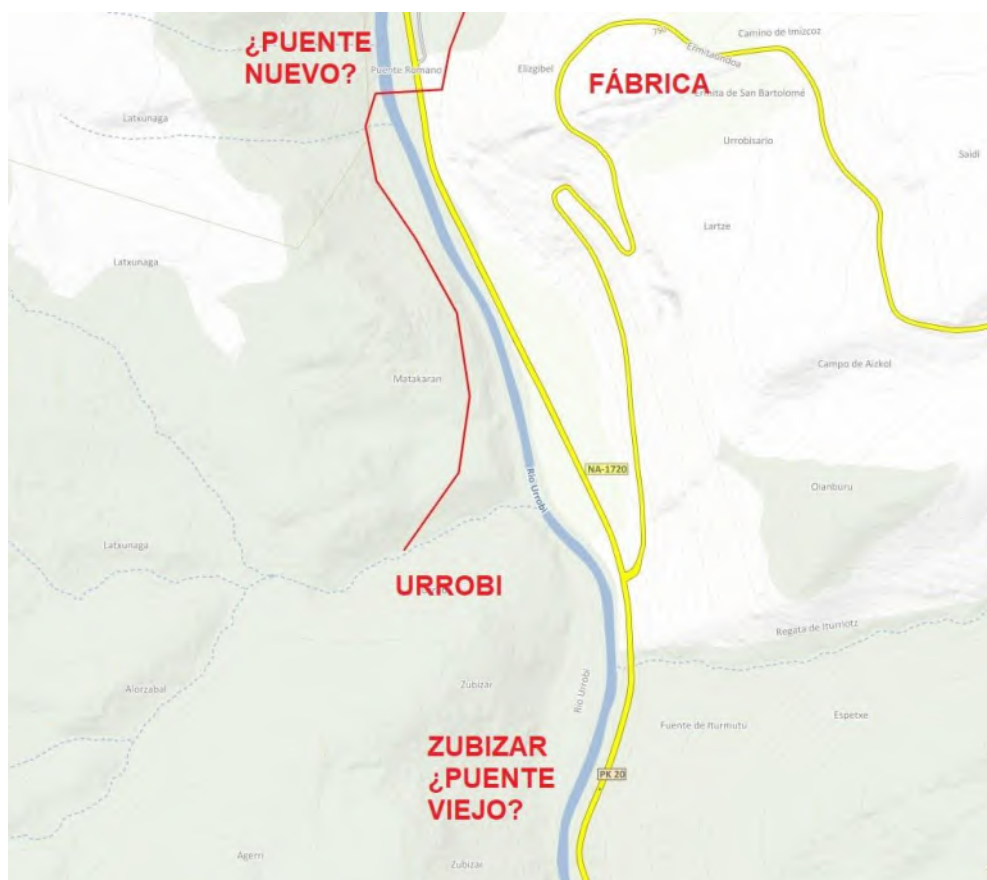
Hipótesis de la situación de las minas citadas por Girardi y su vía de comunicación sobre plano extraído de IDENA.

Hipótesis del origen a partir de 1448

Esta hipótesis parte de la base de que, si la explotación y la aldea de Urrobi se abandonaron antes de 1366, el puente dejó de tener su función y corrió la misma suerte que el resto de construcciones del complejo: abandono y expolio.

Cuando el rey en 1448 dona el paraje de Urrobi a los pueblos limítrofes para que trabajen sus tierras, los vecinos de las localidades situadas al otro lado del río pudieron construir el puente a mitad de camino entre Urdíroz y Saragüeta para facilitar el acceso a Urrobi.

En este caso, el antiguo puente que formaba parte de la infraestructura de la explotación podría haber estado situado en el paraje denominado Zubizar (puente viejo), justo al sur del paraje de Urrobi situado en la margen derecha del río, donde se ubica la mina de la hipótesis anterior.



Hipótesis de la situación del puente viejo al sur de la mina de Urrobi sobre plano extraído de IDENA.

Independientemente de la datación del puente, hay que destacar la importancia que ha tenido la explotación minera en la historia del valle de Arce, en concreto en el entorno de Urrobi. Incluso su propio nombre bien podría dar cuenta de que el ser humano ha utilizado desde tiempos inmemoriales los recursos naturales del lugar: urre-hobi (yacimiento, hoyo, fosa de oro), harrobi (cantera, yacimiento). Sin olvidar que errobi (río en euskera de Iparralde) y el sufijo ur- (agua) también pueden dar significado al nombre del río.

Sería oportuno y conveniente tanto confirmar la verosimilitud de estas hipótesis como ampliar el conocimiento en este aspecto a través de estudios históricos y arqueológicos más específicos, de forma que se pueda redescubrir y poner en valor esta parte casi olvidada de la historia del valle de Arce, enriqueciendo aún más si cabe su patrimonio.

***NOTA:** varios de los artículos de José Etxegoien que aparecen en la web del ayuntamiento del valle de Arce han sido de gran ayuda para poder realizar este análisis histórico.

7. ANÁLISIS DESCRIPTIVO-CONSTRUCTIVO

DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA

El puente sobre el río Urrobi, denominado puente Esqueleto (¿por su aspecto que presentaba sin los pretiles y con la rosca del arco casi aislada?), es sencillo y de pequeñas dimensiones. Actualmente quedan los restos de los dos estribos.



Imagen del puente antes del desplome del arco. Fotografía de fecha desconocida facilitada por el alcalde Javier Díez.

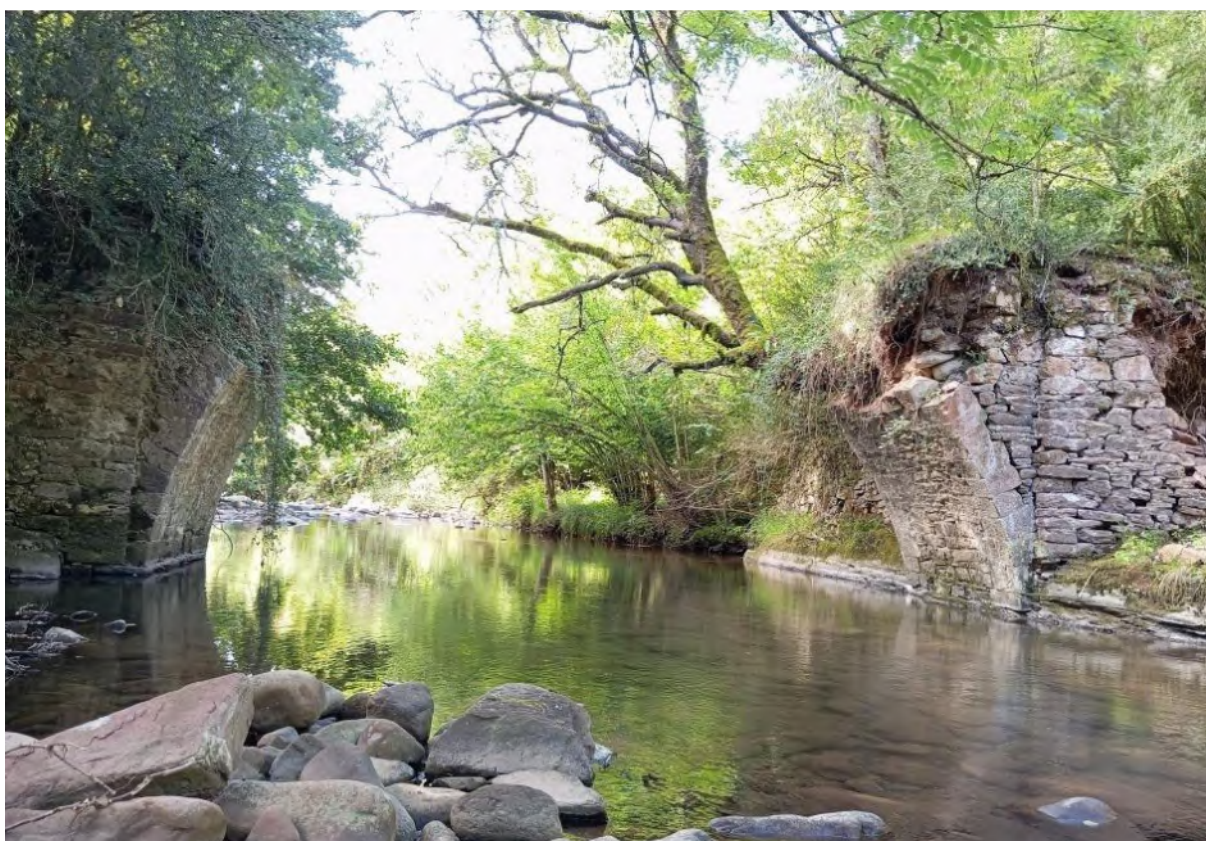
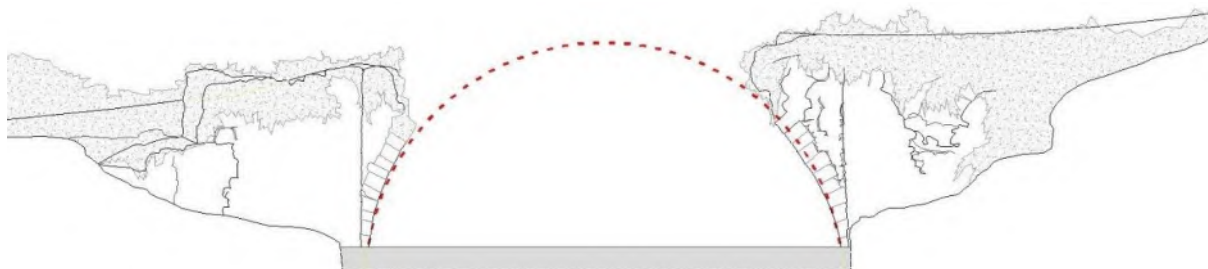


Imagen desde el mismo punto de vista tras el desplome. Fotografía de fecha desconocida facilitada por el alcalde Javier Díez.

El puente salvaba el cauce mediante un arco semicircular de 915 cm de luz y 270 cm de ancho. La flecha del arco, que se encuentra incompleto, sería de 442 cm (deducida gracias al análisis geométrico tras su medición mediante escáner láser y teniendo en cuenta una profundidad de 50 cm de agua en el momento de la medición).



Alzado aguas arriba con el arco teórico grafiado en línea discontinua roja.

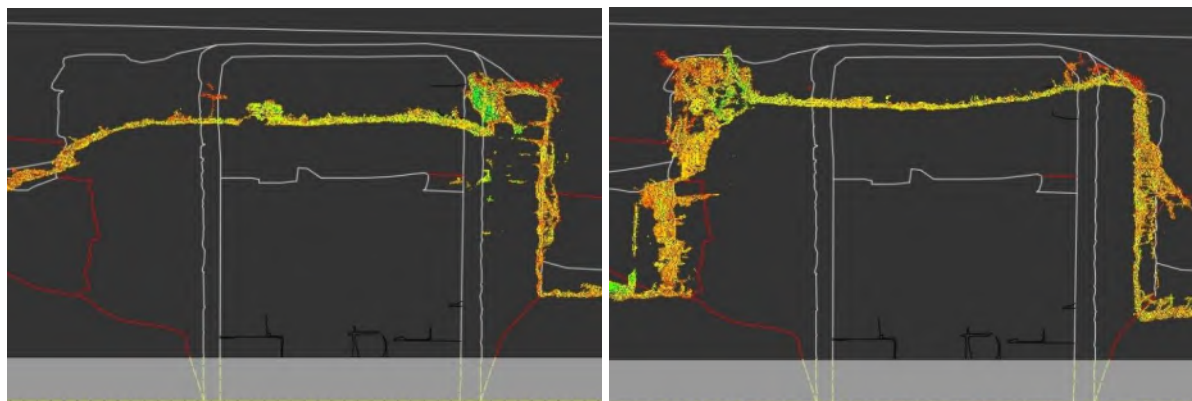
Los estribos, remetidos con respecto a los arranques del arco y de mayor anchura que éste, están a una distancia entre ellos de 940 cm (25 cm más que la luz del arco). En ambas embocaduras las orejas o aletas se abren en ángulo, ensanchando la vía. En la margen izquierda se aprecian mejor las aletas que en la margen derecha, que se encuentra en peor estado de conservación e invadida por la vegetación. La aleta de aguas abajo es continua y su longitud es aproximadamente de 485 cm. La aleta de aguas arriba no es continua: en los primeros 350 cm sobresale de la cota del suelo y en los siguientes 224 cm tiene la misma cota que la vía que da al puente.



Planta de la parte superior, donde se aprecian los restos de los muros de las aletas.

Aparentemente tendría perfil alomado asimétrico porque las alturas de cada embocadura son diferentes: la embocadura de la margen derecha se encuentra aproximadamente 120 cm por encima de la embocadura de la margen izquierda.

El puente carece de pretilos, pero son apreciables las huellas en los restos del puente que atestiguan que los tuvo. Estos tendrían una anchura aproximada de 52 cm.



Secciones de la nube de puntos en las que se aprecian los arranques de los pretilos en ambas márgenes.

Adosado al estribo de la margen derecha, aguas abajo, hay un muro de contención de tierras de algo más de 150 cm de altura y de aproximadamente 800 cm de longitud, aunque pudo ser mayor ya que no tiene un acabado de terminación en ese extremo.



Muro de contención adosado al estribo aguas abajo de la margen derecha.

DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

Los dos estribos apoyan en roca. El de la margen izquierda se adentra en el cauce del río. El de la margen derecha apoya en el estrato que aflora sobre la lámina de agua en época de estiaje, incluso está cajeadado para encajar el arranque del arco y la base del estribo.



Apoyos de los estribos. Izquierda: margen izquierda. Derecha: margen derecha.

La piedra empleada para la construcción del puente es una caliza de color grisáceo, en su mayoría en tonos rojizos, pero a veces también en tonos blanquecinos. Se emplea en varios formatos: sillares, sillarejos y mampuestos o ruegos (regularizados o no). Probablemente los sillares y sillarejos procedan de alguna cantera cercana, incluso de los lechos de roca que afloran en las orillas. Casi con total seguridad, los ruegos provienen de piedras recogidas en el curso del río.



Diferentes tipos de piedra en la fábrica del puente.

Las dovelas de la rosca del arco son sillares bien trabajados, de canto variable (entre 50 y 30 cm, siendo los de 35 cm los más numerosos), de ancho también variable (entre 12 y 30 cm) y de longitudes entre 75 y 30 cm, llegando hasta los 83 cm en una pieza del arranque del arco. El relleno de la bóveda entre las dos roscas está realizado en sillarejo -de formatos más pequeños e irregulares comparado con los de las dovelas- excepto en los arranques, donde se utilizan sillares de mayor tamaño. La fábrica del arco está rejuntada, salvo en las zonas bajas en las que se han limpiado las juntas por efecto del movimiento del agua.



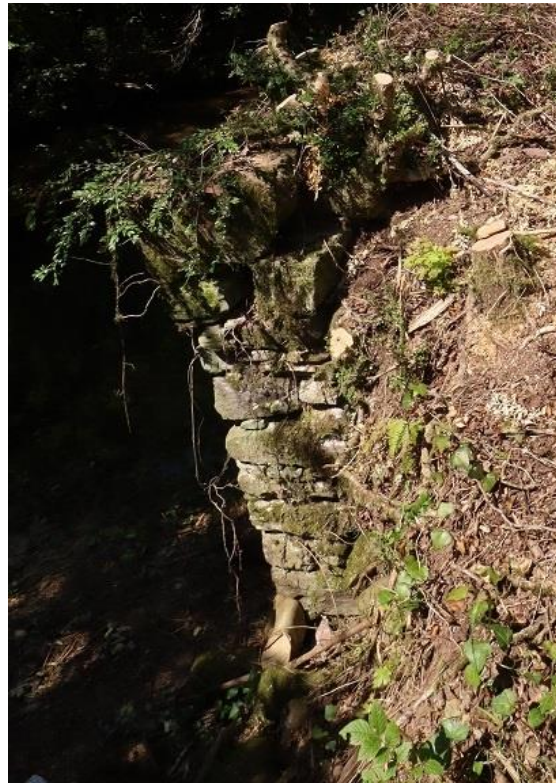
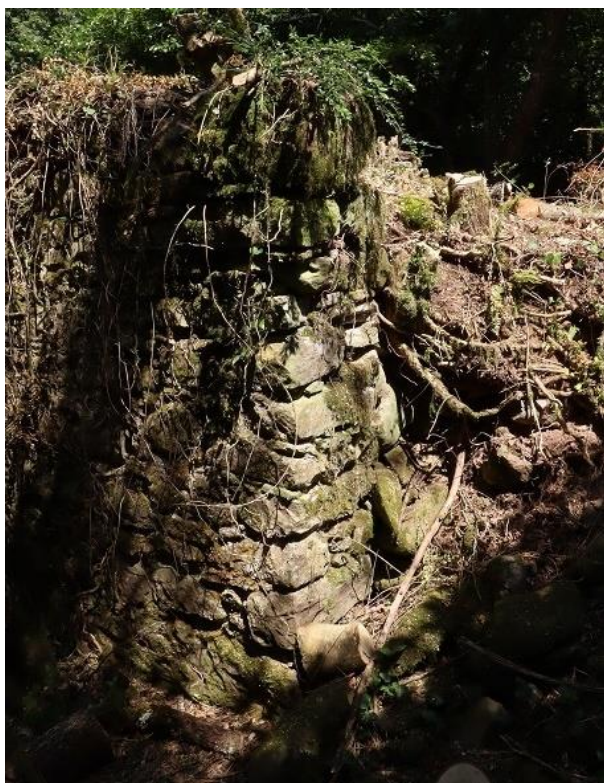
Rosca y bóveda del arco. Izquierda: margen derecha. Derecha: margen izquierda.

Los tímpanos, los estribos y las aletas están contruidos con una mezcla de sillarejo y ruejo (regularizado o no) trabajados de forma algo tosca en su cara vista y pobremente rejuntados. Algunas zonas parece que tienen reparaciones con mortero. Las dos o tres primeras hiladas de las esquinas de los estribos están hechas con sillares, el resto de la esquina está contruida con sillarejo pobremente labrado. La trabazón de los estribos con el arco y los tímpanos en la margen izquierda parece de mejor factura que la de la derecha.



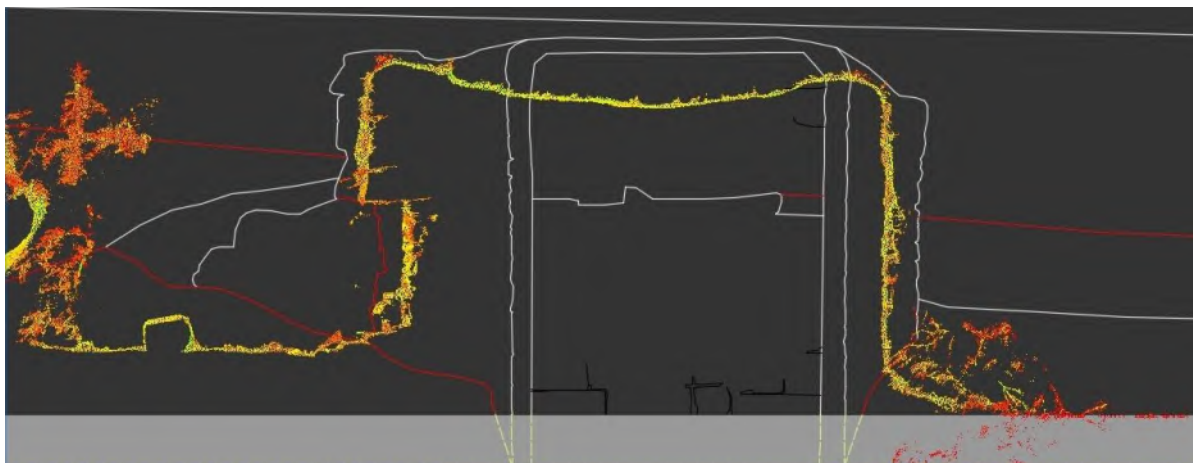
Fábrica de los tímpanos y estribos. Izquierda: margen derecha. Derecha: margen izquierda.

El final de la aleta de la margen izquierda aguas abajo tiene los sillarejos trabajados para hacer las esquinas vistas en ambas caras del muro, lo que da a entender su altura sobrepasaba la cota del pavimento y que, por tanto, el puente tuvo pretilos en su día. El desuso, la ruina y el expolio (es más sencillo coger piedras ya trabajadas que extraerlas en bruto de una cantera y tallarlas) los hicieron desaparecer casi en su totalidad.



Final del muro de la aleta de la margen izquierda aguas abajo. Izquierda: cara exterior. Derecha: cara interior.

Se han detectado al menos tres fases constructivas que se pueden relacionar con reparaciones de cierta envergadura, pero de datación y relación indeterminadas. Podría haber más, pero no es posible distinguirlas debido a la abundante vegetación. Respecto a la fase inicial, caben dos posibilidades: que el grueso de la construcción sea de la etapa original; o bien que hay una fase anterior que se correspondería con el extremo del muro de la aleta de la margen izquierda aguas arriba. Esta teoría se basa, por un lado, en que la fábrica de ese tramo de muro no es la misma que la del resto y, por el otro, en que tiene un ángulo diferente al otro muro y que se le monta por encima, haciendo un cambio de plano.



Sección de la nube de puntos en la que se ve el cambio de plano del muro de la aleta de la margen izquierda aguas arriba.



Imagen en la que se aprecia el cambio de plano y de tipo de fábrica del muro de la aleta de la margen izquierda aguas arriba.

Otra fase se corresponde con la parte superior del muro de la aleta y del tímpano de la margen derecha aguas arriba. Está construida con una piedra de color más blanquecino y tallada en sillarejo de mayores dimensiones que el resto. Esta fase sería posterior a la que pertenece la mayor parte de la construcción, ya que se apoya sobre ella.



Imagen en la que se ve el cambio del tipo de fábrica del muro de la aleta y del tímpano de la margen derecha aguas arriba.

Gracias al derrumbe de parte del muro de la aleta nororiental, se puede observar que el relleno es de piedras y ruejos de menor tamaño que el resto de muros. Es de suponer que el macizado de los riñones tendría la misma composición, pero mezclado con mortero de cal.



Imagen en la que se observa el relleno del interior del muro de la aleta.

El muro de contención adosado al puente en el extremo sur de la margen derecha está construido con sillarejo colocado a hueso (sin mortero en las juntas) para, junto con los mechinales de desagüe, poder evacuar el agua acumulada en el terreno y aliviar la presión.



Fotografía de la parte del muro de contención adosada al puente.

8. ANÁLISIS DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS

PRESENCIA DE VEGETACIÓN

La falta de mantenimiento por desuso y la facilidad con la que crece la vegetación en este medio han sido la causa por la que los árboles y arbustos han invadido completamente el puente y su entorno cercano, sobre todo en la margen derecha del río, en la orilla opuesta a la que se sitúa la carretera. Hace años que no se distingue el puente en las ortofotos de SITNA.

Previamente a la medición que se realizó para este proyecto, hubo que desbrozar parte de esa vegetación, e incluso talar un roble de gran dimensión arraigado al estribo aguas abajo del puente que creció durante aproximadamente los últimos 80 años.



Fotografía de la margen derecha antes de la tala del roble arraigado en el estribo del puente.

En la parte superior de los restos del puente hay bastante vegetación de pequeño porte debido a la acumulación durante años de depósitos de tierra. En esta capa rica en nutrientes se retiene el agua, de forma que es un sustrato perfecto para la hierba y otras plantas. Se desconoce si bajo ese espesor vegetal se encuentra el pavimento original del puente.



Fotografía de la parte superior de la margen izquierda de los restos del puente.



Fotografía de la parte superior de la margen derecha de los restos del puente donde se aprecia vegetación más tupida.

La superficie del muro de la aleta de la margen izquierda aguas abajo se encuentra prácticamente oculta por una enredadera arraigada a las piedras y a las juntas de mortero.



Fotografía de la enredadera en el muro de la aleta de la margen izquierda aguas arriba de los restos del puente.

Las partes superiores de los muros son las más afectadas por el enraizamiento de árboles de tamaño mediano, además del tocón del gran roble.



Fotografías de la parte superior de los muros de la parte del puente de la margen derecha.

GRIETAS Y ROTURAS

La rosca y el estribo de la margen izquierda aguas arriba muestran pequeñas grietas, probablemente producidas en el momento de colapso del arco. En el caso de la esquina del estribo, se aprecian reparaciones con mortero.



Fotografía en la que se aprecia una grieta entre la rosca y el tímpano y en la esquina del estribo, con reparaciones de mortero.

En los restos del puente de la margen derecha las grietas son de mayor tamaño. Aguas arriba hay una grieta considerable entre la rosca y el tímpano. La esquina del estribo muestra una fuerte deformación y se encuentra algo separada del arco. La trabazón entre ambos elementos es buena, aunque con ciertas irregularidades. Aguas abajo la grieta entre rosca y tímpano es menor que su opuesta, pero la grieta entre el arco y el estribo es importante. Se abre de abajo hacia arriba, lo que significa que todo ese elemento ha girado desde su base y se está inclinando hacia afuera. La trabazón entre este lado del estribo y arco es escasa.



Imágenes que muestran las grietas entre rosca y tímpano y entre arco y estribo. Izquierda: aguas arriba. Derecha: aguas abajo.

Dos dovelas de la rosca aguas abajo tienen signos de rotura de material. Se trata de lascas de piedra que saltan por exceso de compresión en los vértices de las piezas.



Fotografía con la falta de material por exceso de compresión en los vértices de las dovelas de la rosca del arco.

PÉRDIDA DE MATERIAL

La mayor pérdida de material del puente es sin duda la parte del arco que se derrumbó.

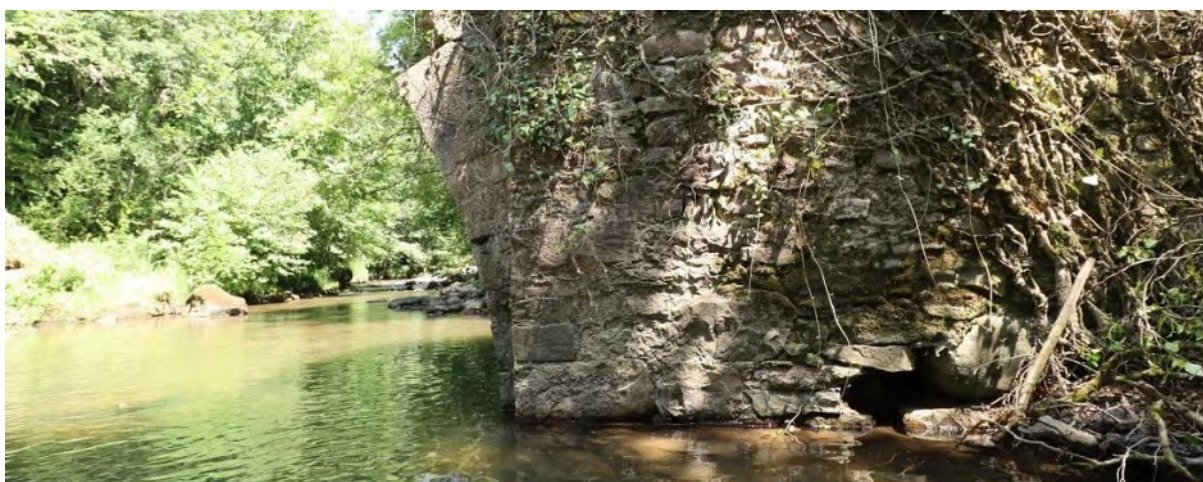
También es considerable la pérdida de material fruto del expolio (es el caso de los pretilos).

Parte del rejuntado de mortero de la fábrica está en buenas condiciones, pero otra parte se encuentra en mal estado de conservación debido al crecimiento de la vegetación entre las juntas y a los ciclos de hielo – deshielo que disgregan el material. Las hiladas inferiores del arco -las que están en contacto con el agua del río- han desaparecido por completo.



Fotografías donde se ve la falta de rejuntado en las primeras hiladas. Arriba: margen izquierda. Abajo: margen derecha.

En la margen izquierda aguas abajo destaca el hueco a la cota de la lámina de agua. Faltan algunas piedras justo en la zona donde el muro apoya en un escalón del lecho de roca.

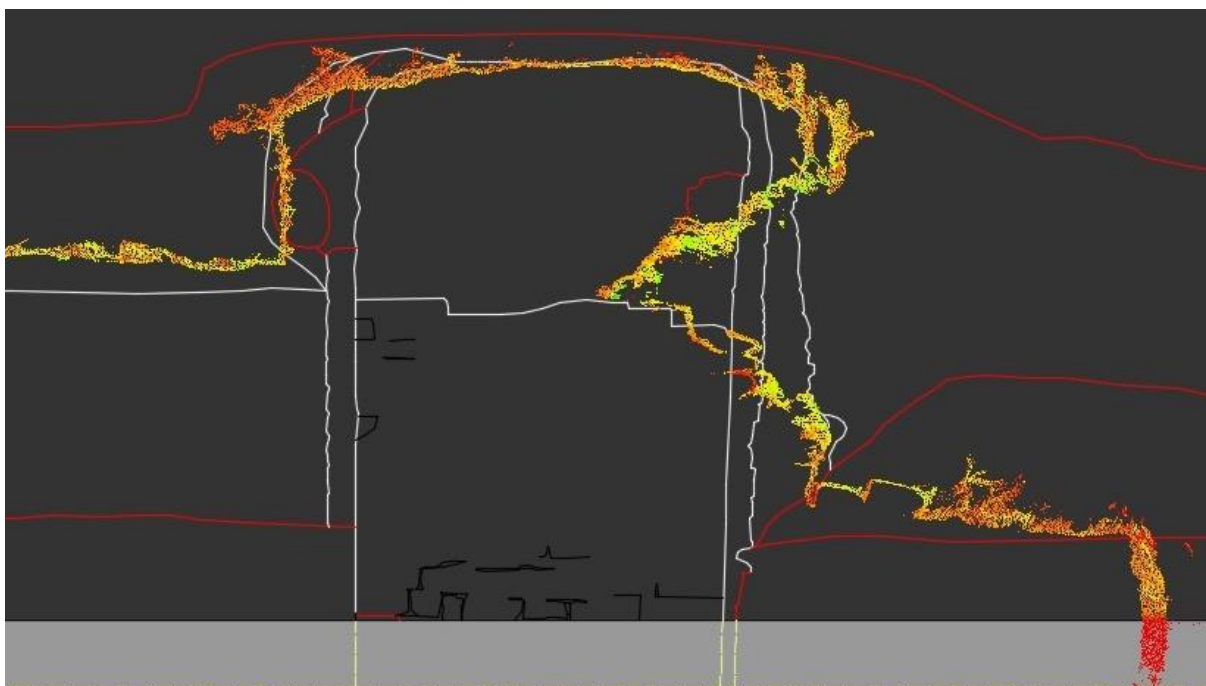


Hueco en la fábrica de la margen izquierda aguas abajo en la zona de apoyo con el lecho de roca.

La mayor y más grave pérdida de material, después de la del resto del arco, es la del derrumbe de parte del muro de la aleta de la margen derecha aguas arriba. Parece que el macizado de los riñones se ha descohesionado por efecto de la entrada de agua y del daño provocado por las raíces de las plantas y árboles. Esta falta de cohesión ha podido ser la causa del desaplomado y derrumbe de parte del muro, ya que ese macizado ha pasado de ser un elemento con función resistente a ser un relleno (peso muerto) que aumenta su presión hacia el muro de contención conforme acumula agua.



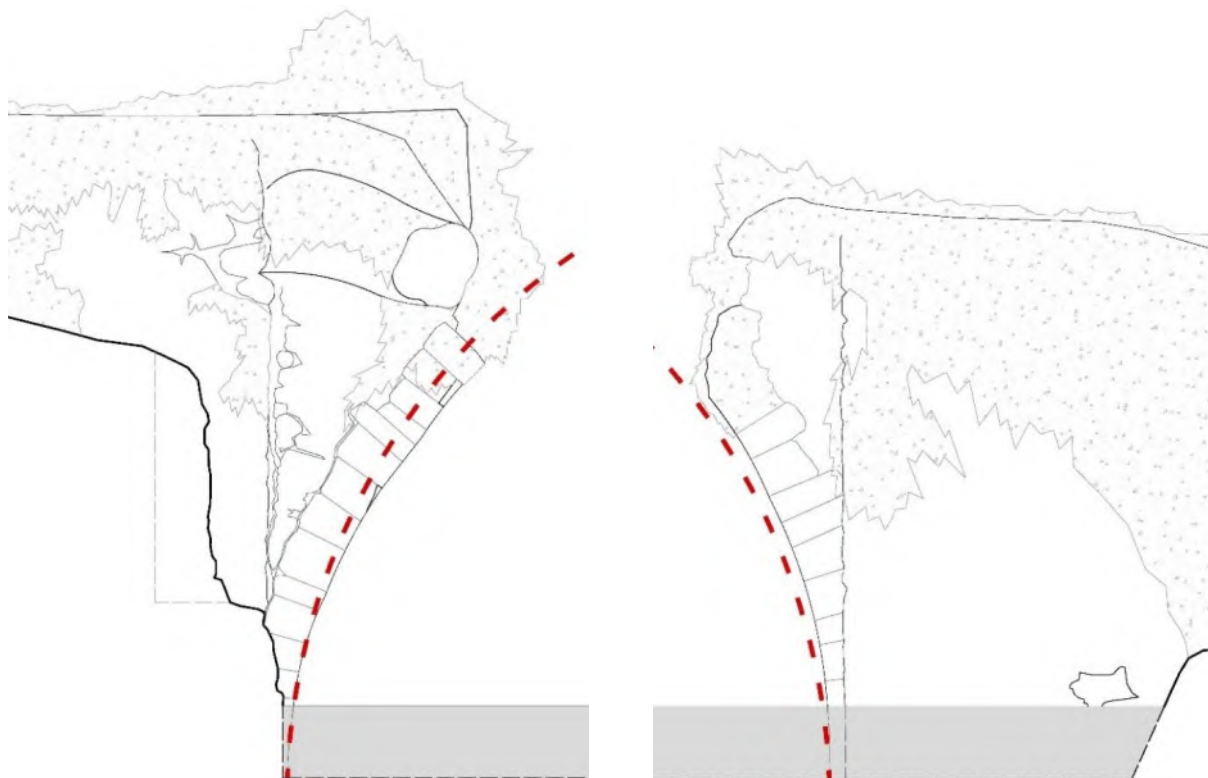
Fotografía que muestra el derrumbe del muro de la aleta de la margen derecha aguas arriba.



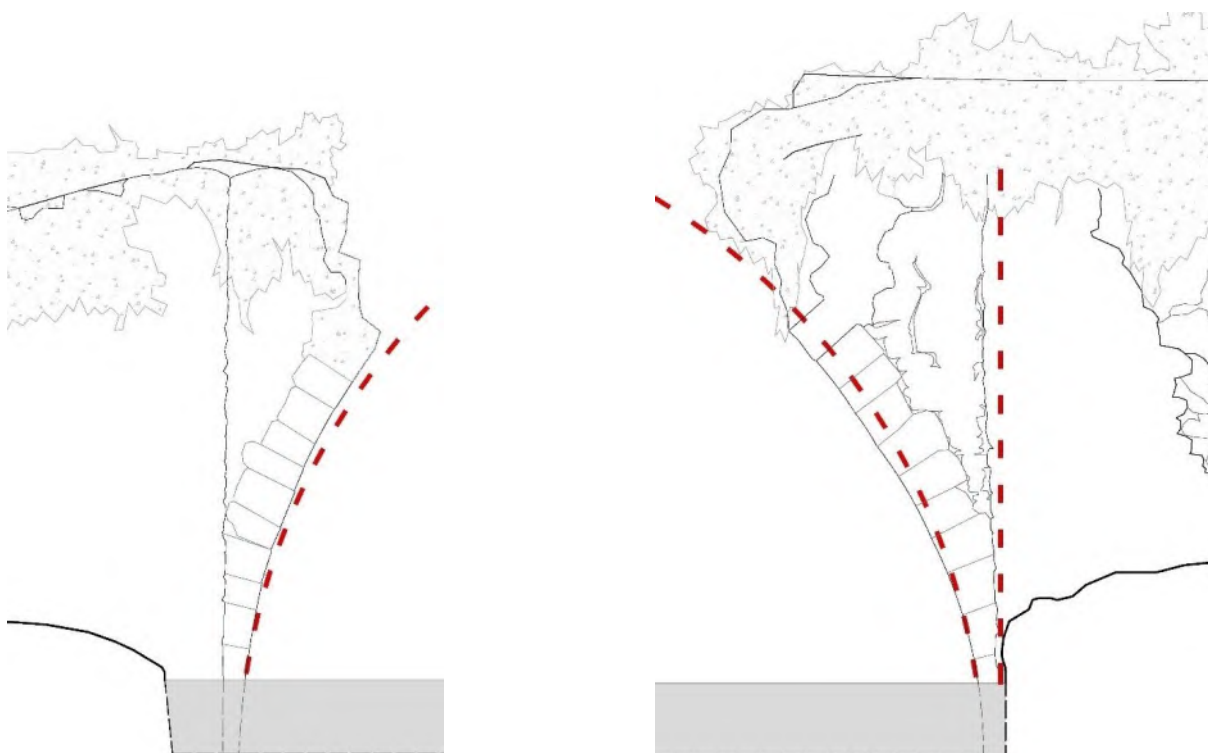
Sección de la nube de puntos en la que se ve la profundidad del hueco en la aleta de la margen derecha aguas arriba.

HIPÓTESIS DE LA RAZÓN POR LA QUE SE CAYÓ PARTE DEL ARCO

Analizando tanto la geometría real de los arranques y estribos del arco con su geometría teórica (lo que indica que ha habido un movimiento), como los tipos de grietas y roturas que han aparecido en la fábrica, se está en disposición de diagnosticar la causa por la que se ha caído parte del arco del puente.



Alzado aguas abajo con la geometría teórica grafiada en granate. Izquierda: margen derecha. Derecha: margen izquierda.



Alzado aguas arriba con la geometría teórica grafiada en granate. Izquierda: margen izquierda. Derecha: margen derecha.

Según estos gráficos podemos deducir que:

- el arranque de la margen derecha ha girado hacia abajo.
- el arranque de la margen izquierda ha girado hacia arriba.
- el estribo de la margen derecha aguas arriba ha girado también como el arco.

Observando detenidamente una de las fotografías de cuando el puente todavía seguía en pie, se puede deducir la deformación del arco. Los movimientos de los arranques se corresponden con los identificados anteriormente. Llama la atención la deformación de la mitad superior del arco de la margen derecha.



Fotografía del alzado del puente aguas arriba, cuando el arco seguía en pie. Geometría real grafiada en rojo, la teórica en azul.

Esas deformaciones implican la aparición de grietas en la fábrica de piedra, algo natural en un material que no resiste tracciones, ya que es la única forma de adaptarse a las variaciones de geometría.

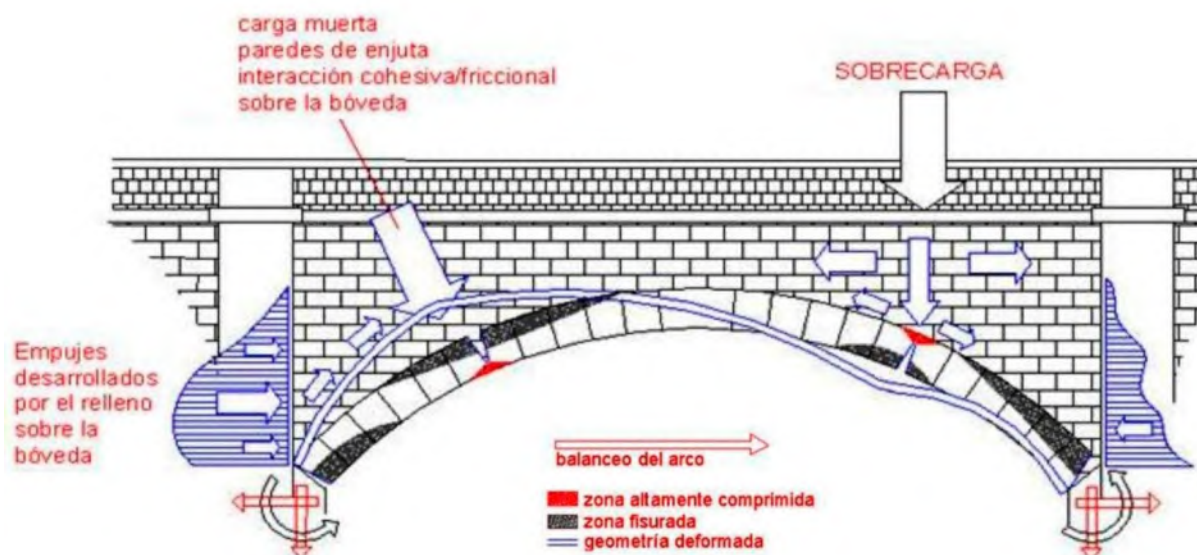
Las grietas o rótulas dividen la estructura en un conjunto articulado de bloques que se mueve y adapta a las nuevas condiciones de contorno. La estructura será estable siempre que la línea de esfuerzos esté dentro de los límites de la fábrica.

El modo de colapso más habitual en los puentes está asociado a la aparición de tantas rótulas como sean necesarias para convertir la estructura en un mecanismo. Para el caso de un arco simple sometido a una sobrecarga descentrada, son necesarias la aparición de cuatro rótulas, tal y como se muestra en el siguiente gráfico:



Formación de un mecanismo en un puente monoarco. Extraído de la tesis doctoral "Puentes de la época medieval en las cuencas de los ríos Ter, Fluviá y Muga" del año 2010, por el ingeniero Ángel López Sánchez. Extraído a su vez de la tesina de especialidad en la UPC del año 2001 de José Serna García-Conde.

En este gráfico más completo se puede apreciar cómo responde un arco de fábrica a una sobrecarga descentrada: la presión hace que el arco baje en ese punto, generando dos grietas: una bajo la carga (que abre hacia el intradós) y otra en el arranque debido al giro (que abre hacia el extradós). El empuje tanto del terreno como de la sobrecarga hace que en el extremo opuesto el arco suba creando otras dos grietas: una a la altura de los riñones (que abre hacia el extradós) y otra en el arranque del arco (que abre hacia el intradós).



Respuesta de un arco de fábrica a una sobrecarga descentrada. Extraído de la anterior obra ya citada.

En un arco de fábrica bien dimensionado, la línea de empujes del peso propio está más o menos centrada en la directriz del arco. Bajo sobrecargas, los momentos en las secciones aumentan y se han de compensar mediante la excentricidad de la línea de empujes. Esta excentricidad provoca que la línea se salga del núcleo central y que, progresivamente, aparezcan fisuras en la sección asociadas a tracciones, que acaban desarrollando rótulas perfectas. Una vez aparece la cuarta rótula, la estructura se convierte en un mecanismo de tres barras articuladas y, por tanto, colapsa. En la realidad, este mecanismo se genera antes que la supuesta geometría teórica de ruptura porque en los vértices entre dovelas de las zonas altamente comprimidas acaban saltando lascas de material que terminan por provocar el colapso.



En verde, línea de presiones en un arco de fábrica con una sobrecarga descentrada. Extraído de la anterior obra ya citada.

En el caso del puente Esqueleto sobre el río Urrobi, se puede barajar la hipótesis de que su colapso se ha debido por un lado a un exceso de sobrecarga en el estribo de la margen derecha y, por el otro, al debilitamiento del relleno y macizado en la zona de los riñones por efecto de la entrada de humedad y de las raíces de los árboles. Estas dos causas principales tienen su origen en el estado de abandono y falta de mantenimiento en la última centuria tanto del puente como de sus vías de acceso.

En primer lugar, la topografía del entorno cercano al puente (el camino que sube a Urdíroz y la ladera del monte) favorece la acumulación a lo largo de los años de capas de terreno arrastrado por las lluvias y depositadas en la zona de la embocadura de la margen derecha. Todo ese relleno, que supone de por sí una sobrecarga, aumenta considerablemente su peso por efecto de la humedad.

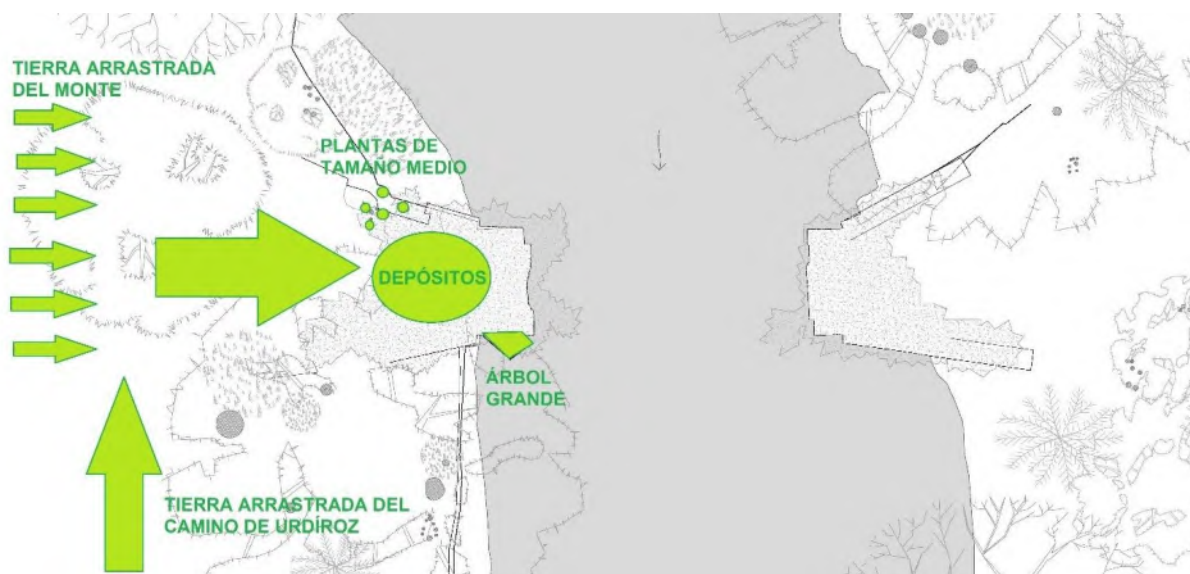


Diagrama de las tierras arrastradas por las lluvias y depositadas en la margen derecha del puente.

En segundo lugar, la densa y frondosa vegetación, junto a su situación y condiciones climáticas, hace que cualquier planta arraigue y crezca con facilidad, sobre todo si lo hace en juntas o grietas abiertas en la fábrica del puente. La propia construcción le sirve de soporte (superficies y juntas de muros en vertical y calzada en horizontal) y sustrato (la tierra depositada en la superficie y la humedad acumulada en el relleno).



Imágenes de los alzados del puente del año 1993, antes del colapso, en el que se aprecia la cantidad de vegetación que ha crecido en la propia construcción. Izquierda: aguas arriba. Derecha: aguas abajo. Fotografías de Juan Martínez Txoperena.

Se cree que la caída de parte del arco del puente pudo haber acontecido en los primeros 3 años de la década de los 2000. En 1997 (según el Plan Municipal) seguía en pie y en 2013 hay una fotografía de José Etxegoien en la que se ve el puente ya arruinado.

9. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

CRITERIOS, EVIDENCIAS E INCERTIDUMBRES

Se propone reconstruir el puente con materiales similares a la fábrica original y añadiendo las partes que faltan en base, por un lado, a los restos que quedan y, por otro, por analogía a la forma que tienen la mayoría de los puentes del mismo tipo y estilo que el de Urdíroz.

Como criterio general, según el Art. 22.2 del Plan Municipal del Valle de Arce, los puentes se conservarán mediante la restauración de partes y conjunto, haciéndose con las características originales de tratamiento de materiales y construcción.

La elección de los mismos materiales para su reconstrucción (fábrica de piedra caliza en forma de dovela, sillarejo o mampuesto de ruego, todo rejuntado mortero de cal) responde además a varios criterios en concreto:

- No hay incompatibilidades entre los nuevos materiales y los antiguos.
- No se produce un fuerte contraste entre la parte nueva y la antigua.
- Se integra de forma adecuada en el entorno rodeado de naturaleza.
- La reconstrucción del puente tiene el propósito de perdurar en el tiempo.

El aspecto de la fábrica nueva nunca va a llegar a asemejarse a la antigua, tanto por el tipo de piedra y aparejo como por la pátina que le ha aportado el tiempo. La mayoría se hará en sillarejo y mampostería de ruegos, que tienen forma irregular. En el caso las piedras más trabajadas (las dovelas de la rosca del arco), se van a labrar todas de la misma altura para diferenciarlas de las originales, que son más heterogéneas. Cualquier persona que mire con cierto detenimiento va a ser capaz de distinguir la intervención de los restos originales.

El criterio de reversibilidad no tiene sentido en este caso: si no se realizara ninguna intervención, no se podría utilizar el puente para cruzar de una orilla a otra, por lo que perdería todo su significado.

Al fin y al cabo, se trata de un elemento exclusivamente funcional y con un sentido atemporal. Esta intervención será otra más dentro de la larga vida del puente y será un reflejo, como en todos los demás puentes, de que es una construcción que a lo largo del tiempo se va reparando, reconstruyendo y manteniendo según se necesite.

En este caso, de lo que más certeza se tiene es de la geometría del arco a reconstruir: hay un inicio y un final en cada margen y una altura acorde con la curva que mejor se adapta a los extremos, que se aproxima bastante a la curva teórica.

El resto prácticamente son incógnitas que sólo se podrán resolver de la mejor manera posible in situ conforme vayan avanzando las obras.

Hay evidencias de que tuvo pretil, tal y como se puede apreciar claramente en la aleta de la margen izquierda aguas abajo. Sin embargo, las longitudes exactas de cada muro se comprobarán cuando se retire toda la vegetación que oculta los restos del puente. La altura del pretil también es desconocida y su elección de reconstruirlo con 90 cm de altura responde fundamentalmente a criterios de seguridad de utilización.

El pavimento propuesto en proyecto es una elección coherente con el resto de la intervención. Sin embargo, si durante las obras se descubriera el pavimento original, se valorará su reposición de acuerdo tanto a criterios económicos como de durabilidad.

Otra evidencia es que la topografía del entorno cercano, sobre todo la de la margen derecha, ha acelerado el proceso de ruina del puente, tal y como se ha explicado anteriormente. Para evitar que esto vuelva a ocurrir se propone manipular mínimamente el terreno más cercano a la desembocadura de esa margen para desviar las aguas superficiales hacia el río por el punto más bajo, conduciéndolas al norte hacia la orilla de aguas arriba. Además de esta medida pasiva, se deberán realizar los debidos trabajos de mantenimiento y limpieza de la senda, en especial del entorno del puente.

PROPUESTA

Previamente se habrá realizado un desbroce y una limpieza del terreno entre la carretera y el puente para habilitar el espacio necesario para la implantación de la obra, de las zonas de acopio y gestión de materiales, caseta de obra, etc. Se habrán limpiado de tierras y vegetación las zonas junto a los estribos y las embocaduras para poder colocar tanto el andamio en ambos alzados del puente como la estructura de soporte de la cimbra para la construcción del arco. Se habrán recuperado del fondo del cauce del río todos los restos que se consideren que formaban parte del puente, que habrán quedado acopiados en grupos previamente seleccionados, que se reaprovecharán en la reconstrucción. Estos trabajos previos de desbroce y limpieza no forman parte de este proyecto.

Se extremarán las medidas tendentes a preservar la vegetación de ribera, minimizando la afección de la misma a lo imprescindible para realizar la actuación.

La cimbra de madera estará formada por marranos (dobles tablonos rectos colocados en trasversal y sujetos en piezas especiales del andamio), camones (tablonos curvos longitudinales apoyados en los marranos) y entablonado (tablas separadas fijadas a los camones). La cimbra también servirá de apeo de los restos de arco mientras se realizan las labores de consolidación de sus estribos. Aunque la obra se ejecute en época de estiaje, los andamios dejarán suficiente paso libre en el cauce del río en previsión de posibles crecidas.

Previamente a la retirada de la capa de tierra acumulada en el firme del puente, se realizarán unas catas para comprobar si quedan restos del pavimento original. En caso afirmativo y una vez limpio, se documentará, se desmontará y se acopiará para su reutilización, siempre que se considere adecuado.

Se retirará por medios manuales la vegetación que ha arraigado en los muros, además de los tocones de los árboles que han crecido en la fábrica, extrayendo las raíces que se hayan expandido por el relleno de los riñones del puente.

Se desmontarán la parte de los muros de las aletas que se han visto gravemente afectados por el empuje de su relleno y por la vegetación de gran porte. Se eliminará el relleno que se encuentre en mal estado. Se reconstruirán los muros en piedra similar a la existente (ruejos de piedra caliza con la cara exterior trabajada) con el mismo espesor (52 cm) y, en esta fase de los trabajos, hasta la altura de los riñones.

Se consolidarán los riñones deteriorados mediante el macizado de relleno compactado con mortero de cal. Para el relleno se utilizarán los mismos materiales que en el existente: caliza en forma de piedras y ruejos de tamaño medio.

Una vez reforzados los estribos, se está en disposición de reconstruir el arco. Para completar las roscas se colocarán dovelas de piedra caliza de 25 cm de ancho, 35 cm de altura, alternando entre piezas de 52 y 34 cm de longitud. Para completar la bóveda se colocarán sillarejos de piedra caliza de tamaños similares a los existentes. Todo ello se recibirá con mortero de cal hidráulica. Se dejarán previstos huecos en la fábrica de la bóveda para posibilitar la ocupación tanto de avifauna como de quirópteros.

Se excavarán las tierras en ambas embocaduras, con especial atención en la de la margen derecha, de forma que se manipule el terreno lo suficiente como para permitir la evacuación de las aguas superficiales que provienen tanto del camino que sube a Urdirroz como de la ladera cercana. Las cotas de ambos extremos y la cota del extradós de la bóveda del arco servirán para replantear las pendientes del firme y, por consiguiente, de los pretiles.

Se construirán los muros de las aletas y de los pretiles con piedra caliza en formato de sillarejo y mampostería, similar a los de la fábrica existente. Los muros serán de 52 cm de espesor con una cara vista. Las esquinas de los estribos se realizarán con sillarejo con las caras vistas trabajadas. Los pretiles, de 90 cm de altura, tendrán 52 cm de espesor y las dos caras vistas. Se rematarán con tapas o albardillas de piedra de desdoble, de canto desigual

e irregular, labrada con bujarda gruesa. Toda la fábrica nueva se rejuntará con mortero de cal hidráulica natural y la arena adecuada para entonar con los morteros de cal originales.

Para terminar de consolidar y completar la fábrica existente, se repondrán los sillares perdidos y se retacarán los huecos y grietas mediante mortero de cal hidráulica y piedra similar a la existente. Se limpiarán las superficies por medios mecánicos sin deteriorar la piedra, sobre todo en las zonas cubiertas por hongos y líquenes. Se sanearán las juntas deterioradas y se rejuntará con mortero de cal hidráulica natural y arena que entone con las juntas existentes.

Para configurar las rasantes del puente se tenderá una capa de relleno de grava compactada. Entre la capa de relleno y el pavimento se colocará una lámina geotextil. El pavimento (a falta de encontrar otro tipo de pavimento original) se realizará con adoquín de piedra caliza con acabado piconado y cantos cortados, de 10 cm de espesor y largo variable, asentado sobre capa de mortero de cemento semiseco y rellenando las juntas con lechada de mortero de cemento. El mortero de cal resultaría débil para un firme en ese entorno.

10. PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN

PRESUPUESTO

El presupuesto de las obras de reconstrucción del puente Esqueleto sobre el río Urrobi en el valle de Arce / Artzibar asciende a la cantidad de:

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	199.326,92 €
10 % GASTOS GENERALES	19.932,69 €
<u>5 % BENEFICIO INDUSTRIAL</u>	<u>9.966,35 €</u>
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	229.225,96 €
<u>21 % IVA</u>	<u>48.137,45 €</u>
TOTAL PRESUPUESTO CON IVA	277.363,41 €

DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.

PLAZO DE EJECUCIÓN

Se estima un plazo de ejecución de 4 meses de obra.

El comienzo de las obras deberá situarse en época de estiaje y no deberá afectar al periodo reproductivo del visón europeo (de abril a agosto). Se podría empezar en agosto previa comprobación por parte de un especialista de que no existe presencia de la especie en el entorno cercano del puente.



El arquitecto que suscribe espera, mediante la presente Memoria y demás documentos que conforman este Proyecto de Ejecución, haber especificado las obras necesarias para llevar a cabo la reconstrucción del puente Esqueleto sobre el río Urrobi en el valle de Arce / Artzibar.

Pamplona, septiembre de 2024

Aitor Ramírez Rico

Arquitecto especializado en restauración, rehabilitación y documentación gráfica del patrimonio y en estructuras históricas.

Contacto: aitor.ramirez.rico@gmail.com móvil: 676 555 176