CUEVA DE ZUGARRAMURDI

MEJORA DE ACCESIBILIDAD

ANEJO Nº 6 GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Índice

Índice 1
1. OBJETO 3
2. ANTECEDENTES Y CONTEXTO 3
2.1. Estado actual del ámbito del proyecto 4
3. SOLUCION ADOPTADA 9
4. DELIMITACIÓN DE PAISAJE SINGULAR 10
5. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁMBITO 11
5.1. Encuadre territorial 11
5.2. Orografía 11
5.3. Geología 11
5.4. Hidrología 12
5.5. El paisaje de la Cueva 12
5.6. Vegetación potencial y actual 13
5.7. Fauna 15
6. MARCO NORMATIVO 18
6.1. Plan Municipal de Zugarramurdi (2001) 18
6.2. Protección del patrimonio cultural y arqueológico 18
7. VALORACIÓN AMBIENTAL DE LA SOLUCION ADOPTADA 19
Portillo – Boca Este. Nuevo firme de sauló con bermas vegetales 19
Cueva principal. Camino de hormigón desactivado 19
Cueva principal y Cueva del Akelarre. Pasarelas metálicas 20
8. POSIBLES IMPACTOS RESULTANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 20
Portillo – Boca Este. Nuevo firme de sauló con bermas vegetales 20
Cueva principal. Camino de hormigón desactivado 20
Cueva principal y Cueva del Akelarre. Pasarelas metálicas 20
9. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS 20
Nuevo firme de sauló y camino de hormigón desactivado 21
Pasarelas metálicas 21

10. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL 21
11. PRESUPUESTO 22
12. CONCLUSIÓN 22

1. OBJETO

El objeto del Anejo es mostrar los condicionantes ambientales de la ejecución del proyecto "Cueva de Zugarramurdi. Mejora de accesibilidad" y presentar las líneas maestras de la restauración ambiental para minimizar el impacto de las obras.

El proyecto tiene por objeto la mejora de la accesibilidad en distintos tramos de la visita a la Cueva:

- Torno – Boca Este
- Interior de la Cueva principal
- Salida de la Cueva principal
- Cueva del Akelarre
- Edificio Taquilla

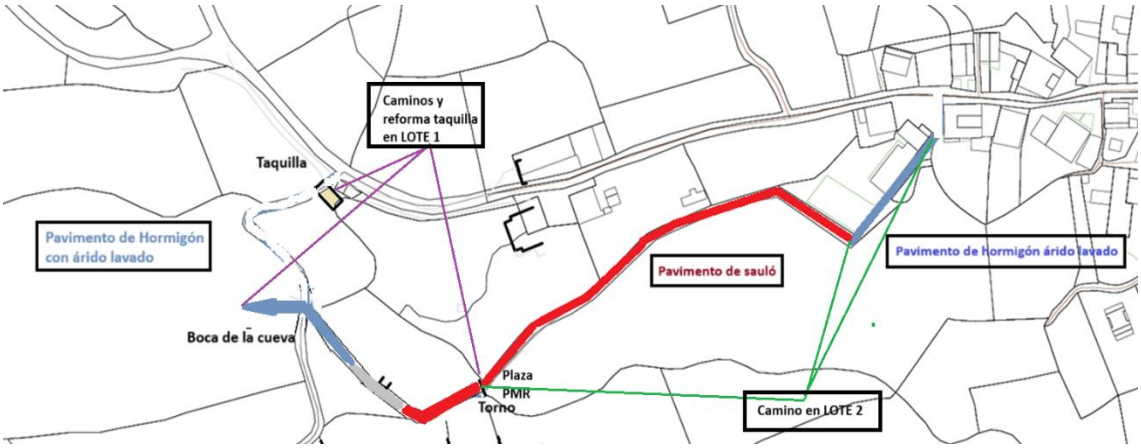

Ilustración 1. Tramos objeto de proyecto

El trayecto entre el Portillo y el Torno (identificado en la imagen como Lote 2) está previsto que se acometa en fases posteriores.

2. ANTECEDENTES Y CONTEXTO

Se resume a continuación la cronología de las actuaciones que se han ido llevando a cabo en el entorno de la Cueva de Zugarramurdi y que tienen relación con el presente Anejo:

- En 1975 la zona es incluida en el ***Inventario Nacional de Paisajes Sobresalientes*** **(ICONA)**.
- Desde 2016 Zugarramurdi participa activamente de la **Red Explora** trabajando por el **Desarrollo territorial sostenible**.
- En 2017 la Cueva de Zugarramurdi es declarada **Paisaje Singular**.

- En 2018-2019 se realiza un Estudio-Diagnóstico del recurso en sus tres dimensiones: paraje natural, patrimonio histórico y monumento turístico.
- En 2022 se coordinan con el Departamento de Cultura del Gobierno de Navarra (Sección de Arqueología y Bines Inmuebles) las catas arqueológicas y las directrices para preservar el yacimiento paleolítico de la Cueva el Akelarre.
- En 2023 se encarga un registro tridimensional de la Cueva y se desarrolla un estudio hidrogeológico del karst.

2.1. Estado actual del ámbito del proyecto

El acceso a la Cueva se produce por la calle en la que se ubica el Museo.

Ilustración 2. Museo y llegada a la Taquilla

La Taquilla se ubica en una borda con muros de mampostería y cubierta de teja árabe. Es un edificio abierto que se atraviesa para entrar a la Cueva. Desde este punto hay un gran desnivel que se salva mediante escaleras.

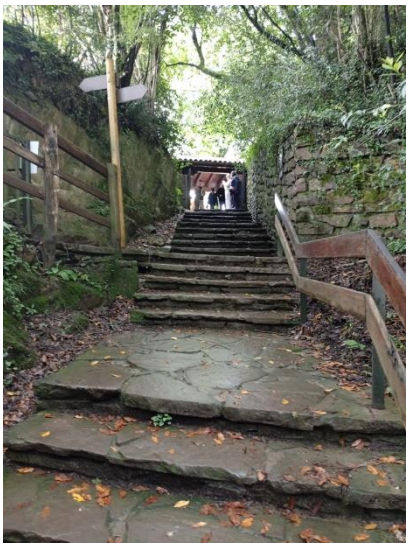

Ilustración 3. Taquilla y escaleras de acceso a la Cueva

Por el momento se facilita el acceso a las personas con movilidad reducida a través de la puerta vehicular situada junto al torno de salida, permitiéndoles aparcar en un ensanchamiento cercano del camino de zahorra compactada.

Ilustración 4. Torno de salida y punto de aparcamiento

Ya en el interior del recinto, continúa el camino de zahorra hasta la zona de los baños, donde se ha pavimentado una zona con hormigón. A partir de los baños continúa el camino de zahorra hasta la boca Este de la Cueva principal.

Ilustración 5. Entorno del aseo y boca Este

Ya cerca de la salida de la Cueva, un puente de madera cruza a la otra orilla del río. Desde aquí el recorrido asciende con notable pendiente por un sendero estrecho, irregular y resbaladizo, con escalones creados con tabicas de madera en algunos puntos. Ya en el exterior, aparece una pasarela de madera que llega hasta un rellano de roca que recoge las escaleras de bajada al prado del Akelarre y los peldaños que suben a otro puente de madera.

Ilustración 6. Salida de la Cueva

La otra zona objeto de proyecto es la Cueva del Akelarre. Actualmente no hay una alternativa accesible para llegar hasta ella, ya que se llega por escaleras que salvan el desnivel entre las bocas de la Cueva principal y el camino que bordea el Prado del Akelarre por el Norte.

Ilustración 7. Escaleras al Prado desde la boca Este y Oeste y entrada a la Cueva del Akelarre

Desde la entrada se desciende por una boca que finalmente se abre y asoma sobre la Cueva principal. El recorrido se realiza a través de pendientes y escalones sobre el suelo natural, irregular y resbaladizo. Hay dos líneas de cadenas para proteger del desnivel pero no deja de ser un punto peligroso al permitirse la visita libre.

Ilustración 8. Cueva del Akelarre

En resumen, en cuanto a las cuevas, su acondicionamiento para la visita pública ha supuesto intervenciones como la pavimentación, encauzamiento del arroyo y la instalación de iluminación. Estos cambios, aunque necesarios, han alterado irreversiblemente el carácter natural del espacio.

El recinto de las cuevas presenta una fragilidad inherente y requiere medidas específicas de protección. La presión del tránsito peatonal fuera de los senderos habilitados incrementa el riesgo de erosión.

3. SOLUCION ADOPTADA

Las actuaciones proyectadas son las siguientes:

- Urbanización:
    - Portillo – Boca Este

      Entre la Escuela y el Torno se adecúa una zona para aparcamiento de personas con movilidad reducida.

      En el Torno se modifica la puerta vehicular para crear una puerta peatonal con apertura a través de videoportero automático.

      Desde el Torno hasta los aseos se mejora el camino con un nuevo firme de sauló con bermas vegetales.

      En los Aseos se proponen mejoras para adaptar una de las cabinas a la normativa de accesibilidad y habilitar armarios para almacenaje.

    - Cueva principal

      Desde los aseos hasta la Regata del Infierno se adecúa un camino de 2,14 metros de anchura en hormigón desactivado.

      Se construyen pasarelas (estructura metálica, pavimento de hormigón desactivado e iluminación de balizamiento) que cruzan la regata y continúan sobre la roca hasta una plataforma ya fuera de la Cueva donde termina la visita accesible.

    - Cueva del Akelarre

      Se construyen pasarelas (estructura metálica, pavimento de hormigón desactivado e iluminación de balizamiento) en la primera zona y un pequeño mirador en el que se puede dar la vuelta (desde donde se podría embarcar, a futuro, en un ascensor) o continuar bajando por escaleras hasta una plataforma – mirador sobre la galería principal.

- Edificio Taquilla:

  Se mejoran las plazas de aparcamiento reservadas para personas con movilidad reducida y se facilita el encaminamiento a personas con discapacidad visual hasta la Taquilla.

  En cuanto a la nueva distribución del edificio, la zona central se deja como paso entre el interior y el exterior, y es desde donde las personas visitantes se acercarán al mostrador de información y venta de recuerdos. La zona de la izquierda queda como zona de trabajo para el personal de atención y venta. Se coloca un mostrador adaptado, mobiliario para almacenaje y un expositor de productos que sirve de escaparate hacia el exterior.

  A la derecha queda una zona más cerrada donde se ubican los aseos, el almacén y otro armario.

  Se amplía la solera existente en la trasera como zona de almacenaje.

4. DELIMITACIÓN DE PAISAJE SINGULAR

La delimitación de paisaje singular que afecta al presente proyecto es la llamada "Área núcleo", que incluye el recinto visitable de las cuevas y el prado del Akelarre, situado al sur. El Área núcleo se delimita siguiendo las parcelas catastrales que ocupan el área visitable de las cuevas.

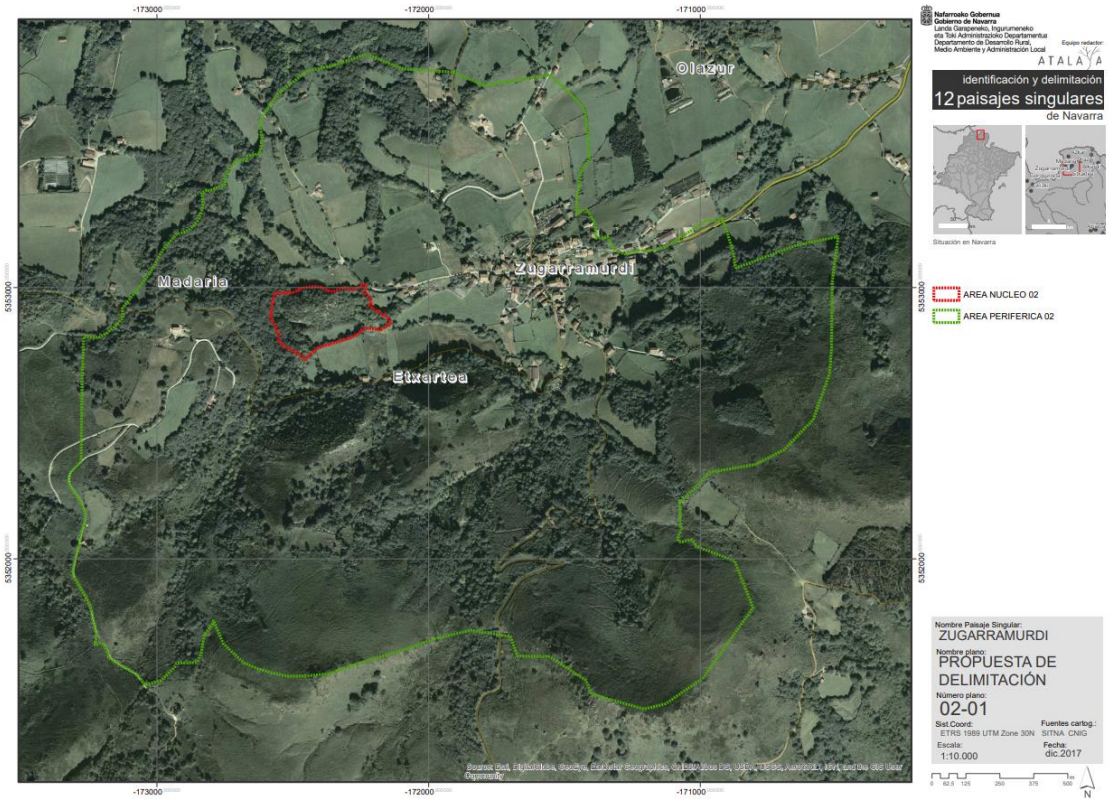

Ilustración 9. Delimitación Paisaje Singular de Zugarramurdi

5. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL ÁMBITO

Los siguientes documentos se han tenido en cuenta en la redacción del proyecto y en la caracterización ambiental del ámbito:

- Memoria Valorada. Ampliación del recorrido de visita en la Cueva de Zugarramurdi. III TRANSICIÓN HACIA EL ACCESO UNIVERSAL A LA GALERÍA PRICNIPAL
- Estudio diagnóstico de la Cueva de Zugarramurdi. (Humus Sapiens SL)
- Identificación y delimitación 12 Paisajes Singulares de Navarra. (Atalaya)

5.1. Encuadre territorial

Zugarramurdi se sitúa en el extremo noroeste de Navarra, muy próximo a la frontera con Francia. Este pequeño municipio forma parte del valle transfronterizo de Xareta, una unidad territorial y cultural que comparte con las localidades de Urdax, Sara y Ainhoa. Su enclave geográfico le otorga un carácter singular, marcado por la proximidad a los Pirineos y por su estrecha vinculación con el paisaje natural y cultural que lo rodea. Uno de sus principales elementos geográficos y turísticos son las Cuevas de Zugarramurdi, situadas a apenas medio kilómetro del núcleo urbano, excavadas en un mogote calizo por la acción del agua durante siglos.

5.2. Orografía

El paisaje de Zugarramurdi se caracteriza por una marcada diversidad morfológica. El terreno presenta un relieve ondulado hacia el norte, mientras que en la zona sur se vuelve abruptamente montañoso. Las cimas de Azkar (525 m), Aizparaz (553 m) y Mendibil (609 m) destacan como referencias topográficas. Las pendientes varían desde moderadas en el sector norte hasta muy pronunciadas en las laderas del sur y el oeste.

5.3. Geología

Desde el punto de vista geológico, la zona está compuesta principalmente por calizas arcillosas del periodo Mesozoico. La acción continua del agua ha generado un modelado kárstico, visible en las formaciones de las cuevas y en las dolinas del entorno. Es especialmente relevante la presencia de una falla superficial en la zona del arroyo Arotzarena, que contribuye a la singularidad geológica del lugar.

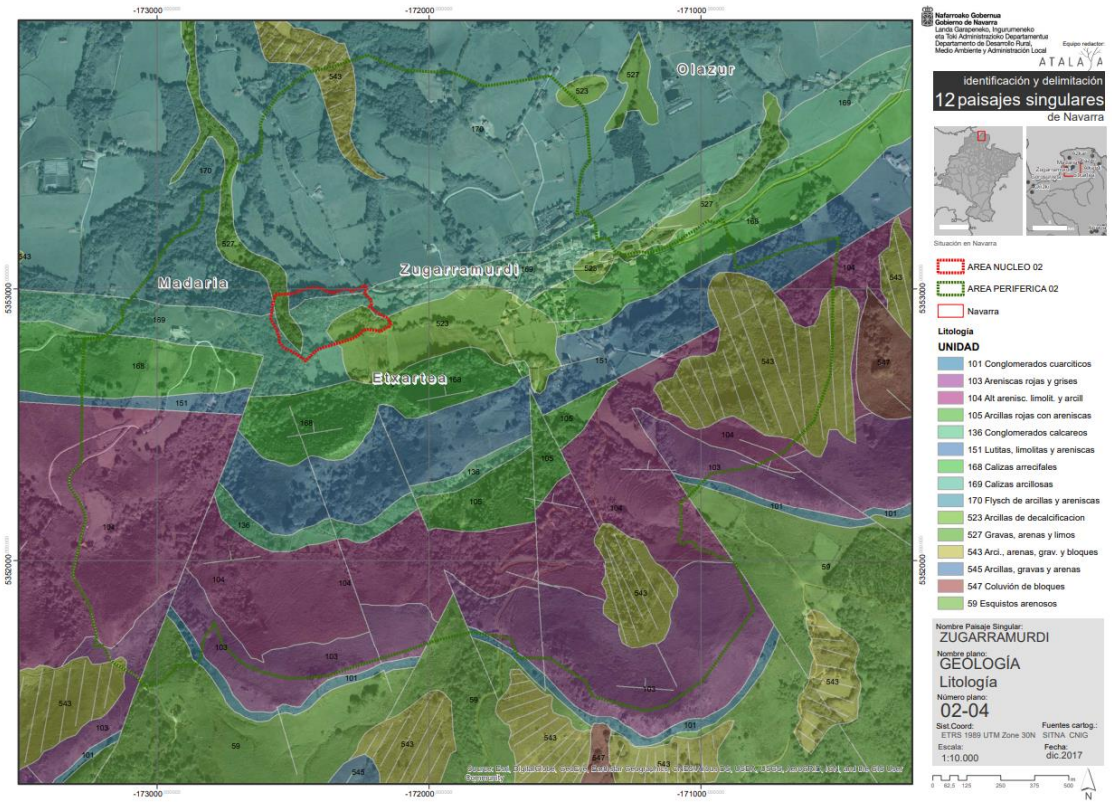

Ilustración 10. Geología Paisaje Singular de Zugarramurdi

5.4. Hidrología

La hidrología del área está dominada por pequeños cursos de agua que, sin embargo, han tenido un impacto considerable en la configuración del paisaje. Las Cuevas de Zugarramurdi fueron originadas por la acción erosiva de la Regata del Infierno, que confluye con el arroyo Arotzarena, formando parte de la cuenca del río Nivelle, que discurre hacia el territorio francés.

La Regata del Infierno ha generado una cavidad natural de aproximadamente 100 metros de longitud y entre 20 y 25 metros de ancho.

En torno a 1.965 se levantaron muretes de mampostería para contener la regata en el interior de la Cueva y crear una gran zona levantada sobre el cauce.

5.5. El paisaje de la Cueva

La Cueva se configura como un sistema de galerías abiertas que define un espacio en forma de triángulo o embudo alargado —de unos 120 metros de longitud— con una orientación principal noreste-suroeste, y una secundaria noroeste-sureste.

En este eje corto, las dos bocas están separadas por una franja de bóveda que actúa como un puente natural. Esta disposición espacial alcanza una monumentalidad excepcional gracias a la altura de la bóveda, que oscila entre los 10 y 12 metros. Las bocas inferiores, situadas al este y al oeste,

presentan una anchura proporcional a la galería, cuyo ancho varía entre 12 y 22 metros a lo largo de sus extremos. Esta progresiva reducción en la sección refuerza la perspectiva longitudinal del túnel, generando una potente fuga visual.

Gracias a la amplitud de sus aberturas, la luz natural penetra profundamente en la cavidad, impidiendo que quede completamente a oscuras hasta bien entrada la noche. Esta característica es, sin duda, uno de los rasgos más distintivos de la Cueva de Zugarramurdi.

Cada una de las cuatro bocas se encuentra a una altura diferente, generando un desnivel total equivalente al de un edificio de cuatro pisos.

La galería principal desciende hacia el oeste con una pendiente constante que se acentúa conforme se aproxima a la salida occidental.

La entrada norte se sitúa al nivel de la bóveda, desde donde su base cae abruptamente hasta conectar con la galería principal. Encontramos un corredor de escasa pendiente que, perforando el muro, discurre paralelo a la gran galería a la que se asoma mediante varios balcones.

En el lado opuesto, al sur, discurre una tercera galería, también paralela a la principal, que se abre a esta mediante un balcón natural cerca de la boca oeste. Este punto solo es accesible desde el exterior, a través de dos pequeñas aberturas situadas al sur.

Las paredes son continuas y sinuosas, sin estalactitas. El río atraviesa el interior de la Cueva, introduciendo tres elementos fundamentales en la experiencia del espacio:

1. **Direccionalidad**: el sentido del agua que fluye de este a oeste se convierte en una guía clara.
2. **Referencia sonora**: el murmullo del agua también ayuda a orientarse, especialmente en la oscuridad.
3. **Dinamismo visual**: el agua aporta vida y cambio, con un caudal, muy variable según las precipitaciones.

Además, en los remansos se forman pequeñas láminas de agua que generan reflejos y destellos. La bóveda gotea de forma persistente y, cuando llueve, este goteo se convierte en verdaderos regueros verticales que deben esquivarse. A pesar de la alta capacidad drenante del suelo, llegan a formarse grandes charcos.

5.6. Vegetación potencial y actual

La **vegetación potencial** de la zona de estudio se corresponde con complejos de vegetación de roquedos y gleras y la geoserie riparia cantábrica.

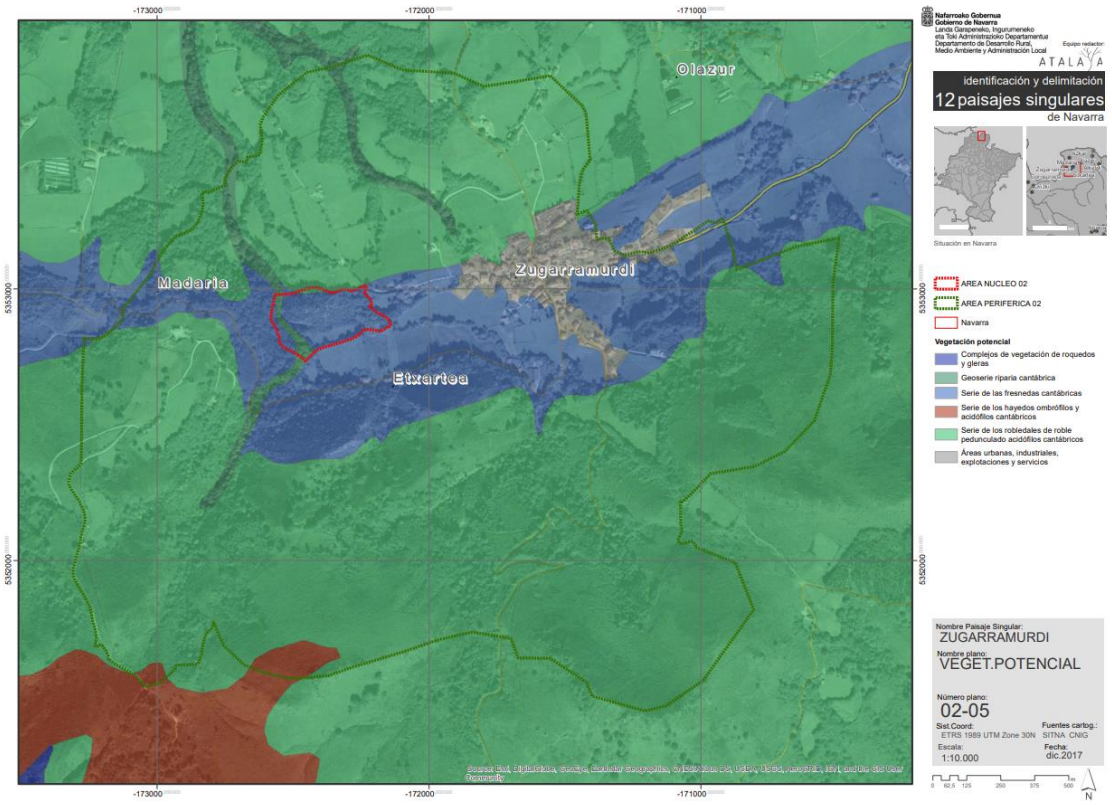

Ilustración 11. Vegetación Potencial Paisaje Singular de Zugarramurdi

En el entorno inmediato de las cuevas se conserva una masa de vegetación natural asentada sobre el mogote calizo, donde se desarrolla un bosque mixto representativo, con especies como robles, avellanos, helechos, fresnos, sauces (*Salix* spp.), saúcos (*Sambucus nigra*) y laureles (*Laurus nobilis*). Junto a estas, también se identifican especies no autóctonas naturalizadas, como los plátanos de sombra (*Platanus* spp.), higueras (*Ficus carica*) o acacias (*Robinia pseudoacacia*).

Además, es destacable la presencia de plantas trepadoras, como la hiedra común (*Hedera helix*), y de especies rupícolas, que crecen sobre las formaciones rocosas del entorno, enriqueciendo aún más la diversidad florística del enclave.

En el interior de la Cueva las corrientes de aire dificultan el crecimiento de plantas, ya que el viento provoca una rápida deshidratación de las hojas. Sin embargo, en este caso, donde la humedad está asegurada por el paso permanente del río, el principal factor limitante es la oscuridad. No obstante, en este caso la casi total ausencia de vegetación se relaciona directamente con los procesos erosivos provocados por el tránsito frecuente de personas, ya que en los puntos que no se pisa se observa vegetación sobre la roca desnuda.

Ilustración 12. Salida de la Cueva principal

Ilustración 13. Cueva del Akelarre

5.7. Fauna

La cavidad principal se revisó en tres ocasiones a lo largo del año 2019: invierno (5 de marzo), verano (26 de junio) y otoño (16 de octubre). En cada visita se inspeccionaron el suelo y las orillas del río en busca de indicios de mamíferos, así como techos y paredes interiores para detectar la presencia de murciélagos refugiados.

Para el estudio acústico de quirópteros se instalaron grabadoras de ultrasonidos que fueron posteriormente analizados, permitiendo discriminar sonidos de insectos y ruidos ambientales, identificar llamadas de murciélagos y determinar las especies emisoras.

Este análisis permitió identificar la mayoría de las especies, aunque algunas con emisiones muy similares solo pudieron clasificarse por género o como parejas de especies difíciles de distinguir (*Myotis sp.*, *Plecotus sp.*, *P. kuhlii/P. nathusii*, *P. pygmaeus/M. schreibersii*).

Además, se realizaron capturas mediante redes de niebla y trampas de arpa en dos noches (verano y otoño), autorizadas por el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra. Los murciélagos capturados fueron identificados, marcados con rotulador indeleble y liberados inmediatamente.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Invierno (marzo):

- Se observó un único individuo hibernando: un murciélago pequeño de herradura (*Rhinolophus hipposideros*), en una oquedad elevada del techo.

Verano (junio):

- No se observaron murciélagos dentro de la cavidad, pero se detectó guano en dos zonas del techo, indicio de refugio esporádico, posiblemente de machos solitarios.
- En la noche de trampeo se capturaron dos ejemplares:
  - 1 macho adulto de R. hipposideros
  - 1 hembra preñada de Myotis emarginatus
- Las grabadoras registraron 1.704 vuelos en total (788 en el interior, 916 en el exterior).
- Se identificaron 8 especies, además de los géneros Myotis y Plecotus.
- Las especies más frecuentes: Pipistrellus pipistrellus (murciélago enano) y P. pygmaeus (murciélago de Cabrera).
- La actividad fue continua durante la noche, con mayor intensidad entre medianoche y la 1:00 h.

Otoño (octubre):

- No se observaron murciélagos antes del anochecer.
- En el trampeo se capturaron 4 individuos de 3 especies:
- 2 machos adultos de Plecotus auritus (orejudo dorado)
  - 1 macho adulto de Myotis myotis (murciélago ratonero grande)
  - 1 macho adulto de Myotis crypticus (ratonero críptico)
- Se observaron también 3 ejemplares de R. hipposideros entrando y descansando en la cavidad.
- Las grabadoras registraron 4.994 vuelos (2.571 en el interior y 2.423 en el exterior).
- Se identificaron 10 especies, además de Myotis y Plecotus.

- Actividad constante durante la noche, especialmente en la segunda y sexta hora tras el ocaso (20:00–01:00 h)

Especies de mayor interés conservacionista:

- Miniopterus schreibersii (murciélago de cueva): cavernícola, migrador de media distancia. En peligro en Navarra. Registrado en la cueva en verano y otoño, pero sin colonias.
- Myotis myotis (ratonero grande): migrador, en peligro. Se sospecha que los individuos observados provienen de colonias cercanas.
- Myotis emarginatus (ratonero pardo): especie vulnerable. La hembra preñada capturada probablemente procede de la colonia de Urdax (4 km).
- Rhinolophus euryale (murciélago mediterráneo de herradura): en peligro, registrado solo en octubre.
- Rhinolophus hipposideros (pequeño de herradura): vulnerable. La única especie presente en las tres campañas.

Otras especies frecuentes:

- Plecotus auritus (orejudo dorado) y Barbastella barbastellus (barbastela): arborícolas que pueden usar cuevas como refugio nocturno.
- Eptesicus serotinus (murciélago hortelano) y los ya mencionados Pipistrellus.

Finalmente, los registros del grupo *P. kuhlii/P. nathusii* fueron escasos y sin vocalizaciones sociales, lo que impidió diferenciar ambas especies.

Conclusiones

La cavidad en sí no constituye un refugio adecuado para muchas especies debido a varios factores:

- Se trata de un túnel natural, con dos bocas de gran tamaño que permiten la entrada de luz y aire durante todo el día.
- Su morfología abierta impide la existencia de zonas oscuras y estables en temperatura.
- Es un destino turístico muy frecuentado, con un elevado tránsito diario de visitantes.

Como resultado, no se ha registrado el uso habitual de la cueva como refugio diurno por parte de murciélagos, salvo por unos pocos individuos. En cambio, durante la noche, la cavidad es utilizada intensamente por un gran número de quirópteros para descansar, alimentarse o interactuar socialmente.

En total, se han detectado al menos 13 especies de murciélagos, aunque probablemente haya más, considerando la dificultad para diferenciar

acústicamente algunos géneros. Los registros ultrasónicos han sido dominados por dos especies no cavernícolas y muy comunes: *Pipistrellus pipistrellus* y *P. pygmaeus*, fisurícolas asociadas a entornos urbanos y fluviales.

6. MARCO NORMATIVO

6.1. Plan Municipal de Zugarramurdi (2001)

El planeamiento vigente es el plan Municipal de Zugarramurdi, con fecha de Aprobación Definitiva 01/10/2001. El entorno de la Cueva está clasificado como Suelo No Urbanizable Genérico Cuevas, en el que se permiten los usos directamente vinculados al mantenimiento y explotación turística de las cuevas, así como a la investigación arqueológica.

Ilustración 14. Plano de Ordenación nº1, Categorías del Suelo No Urbanizable. Detalle entorno suelo urbano y cuevas

6.2. Protección del patrimonio cultural y arqueológico

En relación con la protección del patrimonio cultural y arqueológico, resulta de aplicación la **Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, del Patrimonio Cultural de Navarra**, que regula la protección, conservación, investigación y difusión de los bienes que integran el patrimonio arqueológico de la Comunidad Foral.

En las cuevas se han identificado varios yacimientos arqueológicos:

- Akelarren Lezea (Galería menor): Depósito arqueológico con presencia humana desde el Epipaleolítico, con ocupación durante la Edad del Bronce y época romana altoimperial.
- Sorgiñen Lezea: Yacimiento con restos líticos del Magdaleniense (Paleolítico superior).

- Cueva de Napoleón: Sin evidencias arqueológicas.
- Aitzkoa Aitzulo: Sin evidencias arqueológicas.

De acuerdo con los antecedentes del proyecto y con la información técnica disponible, se prevé que las actuaciones propuestas (caminos de sauló, caminos de hormigón, pasarelas metálicas y reforma de taquilla) no afecten a los yacimientos arqueológicos catalogados.

A pesar de que no se anticipan afecciones, el proyecto adoptará medidas de precaución, en especial durante las fases de movimiento de tierras o cimentaciones puntuales. En caso de aparición de restos arqueológicos no catalogados, se aplicará el protocolo de hallazgo fortuito recogido en la Ley Foral 14/2005, que establece:

- **Paralización inmediata** de los trabajos en el área afectada.
- **Notificación urgente** al Departamento de Cultura del Gobierno de Navarra (Institución Príncipe de Viana).
- **Adopción de medidas de conservación** temporal hasta que la autoridad competente evalúe el hallazgo y determine la actuación a seguir.

7. VALORACIÓN AMBIENTAL DE LA SOLUCION ADOPTADA

Se realiza la valoración ambiental de las actuaciones previstas en el entorno de las cuevas:

Portillo – Boca Este. Nuevo firme de sauló con bermas vegetales

- Integración paisajística alta, gracias a su coloración natural y textura.
- Alta permeabilidad y bermas que favorecen la infiltración de aguas pluviales, reduciendo escorrentías y erosión.
- Compactado controlado, que evita la generación de polvo sin impermeabilizar completamente el terreno.
- Bermas vegetales con especies autóctonas que generan microhábitats que enriquecen la biodiversidad local.
- Accesibilidad universal: superficie compactada y continua, apta para sillas de ruedas.
- Reversibilidad y bajo impacto: permite su retirada o modificación futura con escasa alteración del terreno (por ejemplo, para introducir canalizaciones).

Cueva principal. Camino de hormigón desactivado

- Tono natural y acabado que se adapta al entorno.
- Accesibilidad y seguridad, especialmente para personas con movilidad reducida.
- Anchura reducida con ligera pendiente hacia la grava existentes, asegurando el drenaje.

Cueva principal y Cueva del Akelarre. Pasarelas metálicas

- Las pasarelas elevadas con apoyos puntuales provocan un menor impacto sobre el suelo y constituyen una actuación reversible.
- Permiten la protección de zonas sensibles, evitando el pisoteo y erosión del terreno natural.
- Ofrecen una solución respetuosa con el paisaje kárstico y las especies rupícolas.

8. POSIBLES IMPACTOS RESULTANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se estudian los posibles impactos de las actuaciones previstas en el entorno de las cuevas:

Portillo – Boca Este. Nuevo firme de sauló con bermas vegetales

- Afección a vegetación autóctona.
- Alteración del paisaje.
- Erosión.
- Afección al uso nocturno de quirópteros.

Cueva principal. Camino de hormigón desactivado

- Alteración del suelo natural: compactación y sellado del terreno, con pérdida de permeabilidad.
- Modificación del drenaje superficial y alteración de la escorrentía natural, aumentando el riesgo de erosión en zonas colindantes.
- Impacto paisajístico: artificialización del entorno natural.
- Afectación de vegetación marginal: retirada o degradación de plantas próximas al trazado durante la ejecución de obra.
- Ruido y polvo durante la obra: generados por maquinaria y transporte de materiales.

Cueva principal y Cueva del Akelarre. Pasarelas metálicas

- Ocupación del espacio aéreo y del suelo: afectación puntual al suelo natural y a su cubierta vegetal en los puntos de apoyo.
- Interrupción del hábitat de fauna: especialmente para especies terrestres o rupícolas.
- Impacto visual.
- Riesgo de erosión durante la construcción: apertura de accesos para montaje y transporte de materiales.
- Alteración del uso nocturno de la cueva por quirópteros: si las obras o estructuras interfieren con sus rutas de vuelo o puntos de entrada.

9. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Se proponen las siguientes medidas preventivas y correctoras de los impactos previstos:

Nuevo firme de sauló y camino de hormigón desactivado

- Delimitar de forma precisa de la traza de los caminos antes de ejecutar. Las áreas que queden fuera del ámbito serán restringidas para todos los operarios y para la maquinaria.
- Evitar la compactación excesiva fuera de los trazados previstos.
- Utilizar maquinaria ligera y trabajar en seco para evitar afecciones al terreno.
- Proteger raíces y vegetación cercana durante las obras.
- Evitar desbroces innecesarios.
- No trabajar en horario nocturno ni colocar iluminación invasiva.
- Seleccionar pigmentos y áridos acordes al entorno.
- Evitar vertidos durante la ejecución, especialmente cerca de la Regata del Infierno.
- Tras la obra, realizar el tratamiento del entorno inmediato reponiendo la vegetación afectada.
- Controlar los residuos de obra y ubicar el acopio de materiales fuera del entorno inmediato de las cuevas.
- Plan de mantenimiento periódico.

Pasarelas metálicas

- Seleccionar para la terminación de pasarelas y barandillas tonalidades neutras con bajo brillo.
- Ajustar anchuras garantizando accesibilidad.
- Evitar movimientos de tierras innecesarios o vertidos en el cauce.

10. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

El constructor deberá preparar un Plan de Gestión Ambiental de Obra que traduzca las medidas ambientales definidas en el presente anejo en acciones concretas durante la ejecución de la obra, incluyendo responsables, plazos, controles, etc. Incluirá:

- Identificación de impactos potenciales de su actividad (ruido, polvo, residuos, afección a fauna/flora, etc.)
- Medidas preventivas y correctoras detalladas para cada fase de obra.
- Zonificación del área de trabajo: accesos, zonas de acopio, zonas protegidas.
- Gestión de residuos: tipo, ubicación de contenedores, empresas autorizadas.
- Control del ruido, polvo y emisiones.
- Medidas específicas para especies protegidas (como los murciélagos).
- Medidas de integración paisajística temporal.
- Protocolo de actuación ante hallazgos arqueológicos.
- Plan de restauración ambiental al finalizar la obra (revegetación, limpieza).
- Programa de seguimiento ambiental y registros.

Antes del inicio de la obra deberá ser aprobado por la dirección facultativa.

11. PRESUPUESTO

Se reserva una cantidad de 5.000 € para medidas ambientales, por ejemplo:

- Protección de flora (delimitación de zonas sensibles, trasplantes, podas…)
- Señalización y cerramientos temporales
- Restitución del terreno tras la obra

12. CONCLUSIÓN

Las actuaciones descritas han sido diseñadas y planificadas atendiendo a los valores naturales, paisajísticos y culturales del entorno de la Cueva de Zugarramurdi. En conjunto, el proyecto:

- **Mejora la accesibilidad universal** de un recurso turístico clave.
- **Minimiza los impactos negativos** sobre el medio físico y biológico.
- **Favorece la conservación del paisaje singular**, al ordenar y limitar los accesos y recorridos.
- Introduce materiales y soluciones constructivas **compatibles con el entorno natural y cultural**.

Con las medidas preventivas y correctoras planteadas, se considera que el proyecto es **ambientalmente viable**, enmarcándose dentro de una estrategia de **desarrollo territorial sostenible**.

En Zugarramurdi, agosto de 2025

Fdo. Isabel Pérez-Ilzarbe Serrano — Arquitecta Urbanista

Fdo. Luis Manuel Quero Millán — Ingeniero de Caminos