

El valor de la roca local como material de identidad urbana en monumentos

Laura Damas Mollá

Dpto. Geología. Universidad del País Vasco UPV/EHU

Maialen Sagarna

Dpto. de Arquitectura. Universidad del País Vasco UPV/EHU

Francisco García-Garmilla

Dpto. Geología. Universidad del País Vasco UPV/EHU

Ana Pascual

Dpto. Geología. Universidad del País Vasco UPV/EHU

Xabier Murelaga

Dpto. Geología. Universidad del País Vasco UPV/EHU

Arantza Aranburu

Dpto. Geología. Universidad del País Vasco UPV/EHU

RESUMEN. La piedra, como material de construcción, tiene una gran importancia en el patrimonio arquitectónico. Algunas litologías han alcanzado fama internacional, como determinados mármoles, pero, sin duda, es el uso de las rocas locales el que aporta una identidad real a pueblos y ciudades. En el caso de la franja costera de la provincia de Gipuzkoa (España), las construcciones más emblemáticas de los cascos urbanos principales se realizan en una arenisca amarillenta que enmarca su emblemático paisaje. Éstas pertenecen a la Formación Cabo Higuer-Guetaria (Flysch Eoceno) que se corresponde con depósitos turbidíticos del Eoceno Inferior. Intercala grandes paquetes areniscosos con capas alternantes de areniscas y lutitas.

Su explotación, con métodos manuales, se ha documentado desde la Edad Media hasta el siglo XX, en pequeñas canteras, alineadas por toda la costa, como las Canteras de Igueldo. Se constata su utilización en numerosos edificios patrimoniales catalogados, como material de construcción, como elemento estructural o conformando la envolvente de fachada. Estos edificios fueron construidos en distintas épocas (desde el siglo XIII), y tenían usos muy diferentes. Las areniscas eocenas aportan al paisaje urbano un carácter propio, de aspecto muy luminoso, aunque su alterabilidad en superficie es importante.

Palabras clave. Patrimonio en roca. Areniscas de Gipuzkoa. Paisaje urbano. Rocas locales. Alteración.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El patrimonio cultural construido conservado en ciudades y pueblos está íntimamente ligado a la naturaleza de los materiales seleccionados. Las rocas utilizadas como material de construcción aportan una parte importante de su identidad a pueblos y ciudades especialmente las de origen local. Además, son un reflejo directo de la geología regional (De Weber *et al.*: 2010, pp. 561-575; De Weber *et al.*: 2017, pp. 37- 46). El estudio y caracterización de las diferentes variedades litológicas utilizadas y sus procesos de alteración son fundamentales a la hora de identificar, proteger y conservar el patrimonio construido y, de esta manera, contribuir en la presentación y transmisión del mismo a futuras generaciones, tal y como marca el artículo 4 de la ‘Convención sobre la protección del patrimonio cultural y natural mundial’ de la UNESCO (Pereira y Marker: 2016 a, p.13; Pereira y Marker: 2016b, pp. 5-12).

En épocas recientes, con el desarrollo de la sociedad industrial y la globalización se está produciendo un cambio en lo que se refiere al uso de la roca de construcción con la importación de variedades que, en ocasiones, proceden de zonas muy alejadas (De Weber *et al.*: 2017, pp. 37-46; Woodcock y Furness: 2021). Los criterios estéticos ligados a las modas imperantes en cada época, están modificando el paisaje de pueblos y ciudades y, en algunos casos, implican la pérdida de identidad de estos.

Además, las rocas de construcción son parte fundamental del patrimonio geológico (Brocx y Semeniuk: 2019, pp. 133-149). En el caso de variedades litológicas locales se constata el nexo de unión existente entre la geología regional y las rocas utilizadas en monumentos (De Wever *et al.*: 2017, pp. 37-46).

Este trabajo tiene como objetivo principal la puesta en valor de la roca local en monumentos. Para ello se presenta, como ejemplo de estudio de detalle, el empleo de la variedad de arenisca eocena que forma el sustrato geológico de la franja costera de la provincia de Gipuzkoa (noreste de la cornisa Cantábrica, España). Esta litología ha sido utilizada en numerosas construcciones y monumentos, muchos de ellos patrimoniales, en los principales pueblos y ciudades de este litoral.

ZONA DE ESTUDIO Y CONTEXTO GEOLÓGICO

La zona de estudio se localiza en la franja costera de la provincia de Gipuzkoa, al Noroeste de la Península Ibérica y frente al Mar Cantábrico, en contacto con Francia y los Pirineos (Figura 1A). El paisaje urbano de los pueblos y ciudades, de este sector costero, se enmarca en tonos ocres por el uso de una variedad de arenisca local en numerosos edificios y monumentos (Figuras 1B y 1C).

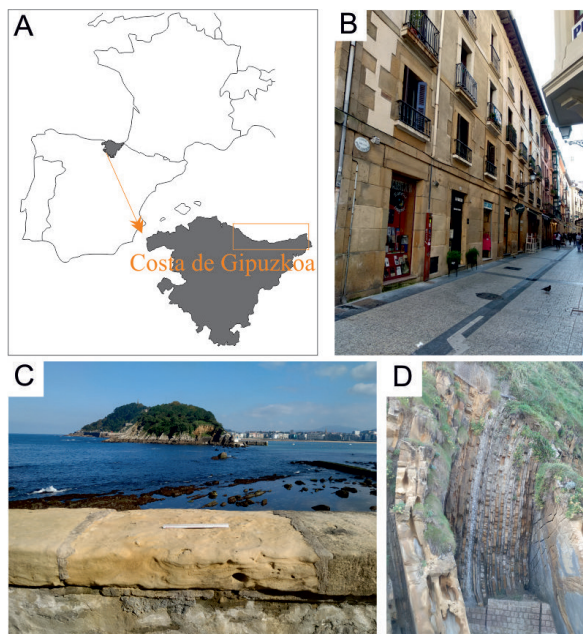


Figura 1. A) Localización del área de estudio. B) Edificio de viviendas realizado en arenisca de la ‘calle Pescadería’ del Casco Viejo de Donostia /San Sebastián. C) Bahía de la Concha e Isla de Santa Clara desde el Paseo de Ondarreta de Donostia. D) Afloramiento de facies turbidíticas de la Formación Cabo Higuier-Getaria anexo al ‘Peine de los Vientos’ de Chillida en Donostia.

Dicha arenisca pertenece a la Formación Cabo Higuier-Getaria (Ilerdiense superior - Luteciense inferior), conocida también como flysch del Eoceno inferior y medio. Aflora, con una gran continuidad lateral desde la localidad de Zumaia, al oeste, hasta el Cabo Higuier en Hondarribia al este. Su potencia es variable, entre 800 y 1200 metros, debido a que el techo de la unidad es la erosión actual, su máximo espesor, 2.300 metros, se registra en el sector Zumaia/Getaria. El contacto basal con la Formación Hondarribia es neto y brusco. La formación buza entre 20-50° hacia el noroeste y está formada por cinco depósitos turbidíticos formados por la asociación de tres tipos de facies: turbiditas clásicas con capas inferiores a 1 metro de espesor que intercalan areniscas y lutitas (Figura 1D); areniscas gruesas con capas de entre 1 y 3 metros de potencia; y, areniscas de grano grueso y microconglomeráticas, con capas de entre 1 y 4 metros de espesor. Esta unidad es la responsable de algunas de las estructuras geomorfológicas más conocidas de la Costa de Gipuzkoa, generadas, por la erosión y rasgos tectónicos, como el Monoclinal de Gipuzkoa, la Ría de Pasaia asociada a una falla, o la zona de Zarautz por una estructura diapírica. Esta unidad también forma parte de la Península de Getaria, conocida como “el Ratón de Getaria”, donde se alternan capas de material de diferente competencia (Robles y Pujalte: 1998; Pujalte *et al.*: 2000, pp. 191-211) (Figura 2).

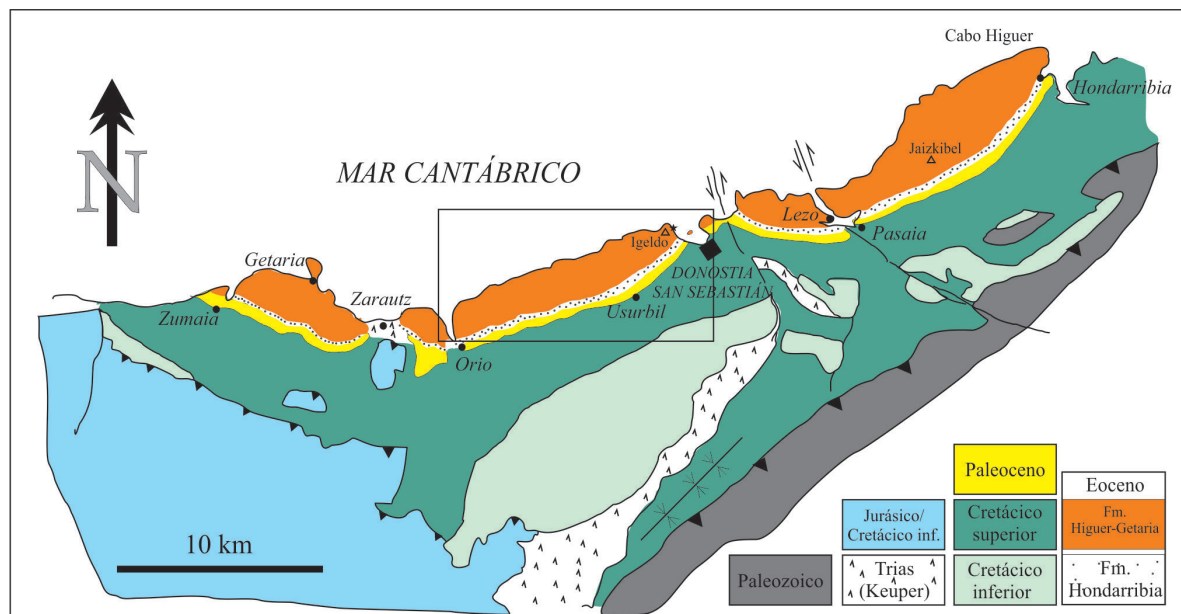


Figura 2. Cartografía simplificada de la costa de Gipuzkoa (Modificado de Robles y Pujalte:1998 y Robles: 2014, pp. 9-104) (El cuadro central marca la posición de la figura 3A).

EXPLORACIÓN COMO ARENISCA DE CONSTRUCCIÓN

Las areniscas de la Formación Higuier-Getaria han sido utilizadas como litología de construcción, sobre todo de cantería desde la Edad Media hasta el siglo XX. Se ha constatado su explotación en numerosas canteras que se disponen alineadas por toda la costa guipuzcoana, como las conocidas de Igueldo (Agirre Sorondo: 1986, pp. 498-506). La figura 3A presenta la posición de dichas canteras entre la localidad de Orio y Donostia (puntos tomados de Agirre Sorondo: 1986, pp. 498-506) sobre un mapa de sombras LIDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) (Geovisor Geouskadi: 2022). Este autor indica la existencia de 26 canteras documentadas en base a declaraciones de informantes, en 22 de ellas se extraía piedra de construcción que denominaban 'normal', en 6 'piedra dura' y en cuatro de ellas el material extraído se utilizaba también como muela de afilar (Agirre Sorondo: 1986, pp. 498-506). Marcado con una línea naranja se observa un relieve modificado en el sector noreste, donde se concentran más de 15 canteras, esta zona se encuentra totalmente modificada por una conjunción entre los diferentes procesos de ladera y de un intenso proceso de antropización que han tenido lugar. Pese a estas modificaciones, aún es posible diferenciar los rasgos de explotación en algunas zonas. Así, en la figura 3B, se observa la imagen LIDAR de una

de estas canteras (podría corresponderse con la nº20 o la nº12). En ella se puede reconocer una amplia plaza, y tanto al sur como al oeste diferentes escalones que se corresponden con las bermas de la cantera, tal y como se puede apreciar en el corte A-A' de la Figura 3C. La plaza, por su parte, presenta un desnivel importante hacia el este, tal y como se observa en el corte B-B' de la figura 3D.

CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA

Se han seleccionado tres muestras de la zona del monte Igeldo de Donostia para su caracterización petrológica (Figura 4A). Además, se han estudiado los resultados obtenidos en la caracterización petrológica realizada para la rehabilitación de la Casa Okendo de Donostia (Figuras 4B) (Rodríguez-Maribona *et al.*: 1999, pp. 19-30). Se ha utilizado un microscopio Olympus BHII con cámara Nikon Digital Sight DS-U3 y el programa NIS - elements.

Las facies explotadas se corresponden con cuarzoarenitas y subarcosas glauconíticas (Pettijonh *et al.*: 1987, p.553). El componente principal de la trama es el cuarzo de origen detrítico y tamaño de grano medio grueso. Éste se presenta junto con algunos fósiles, intraclastos de micrita y minerales más inestables de cara a la durabilidad de la roca en construcción, como el feldespatos, la plagioclasa y la glauconita (Figuras 5 A, B y C).

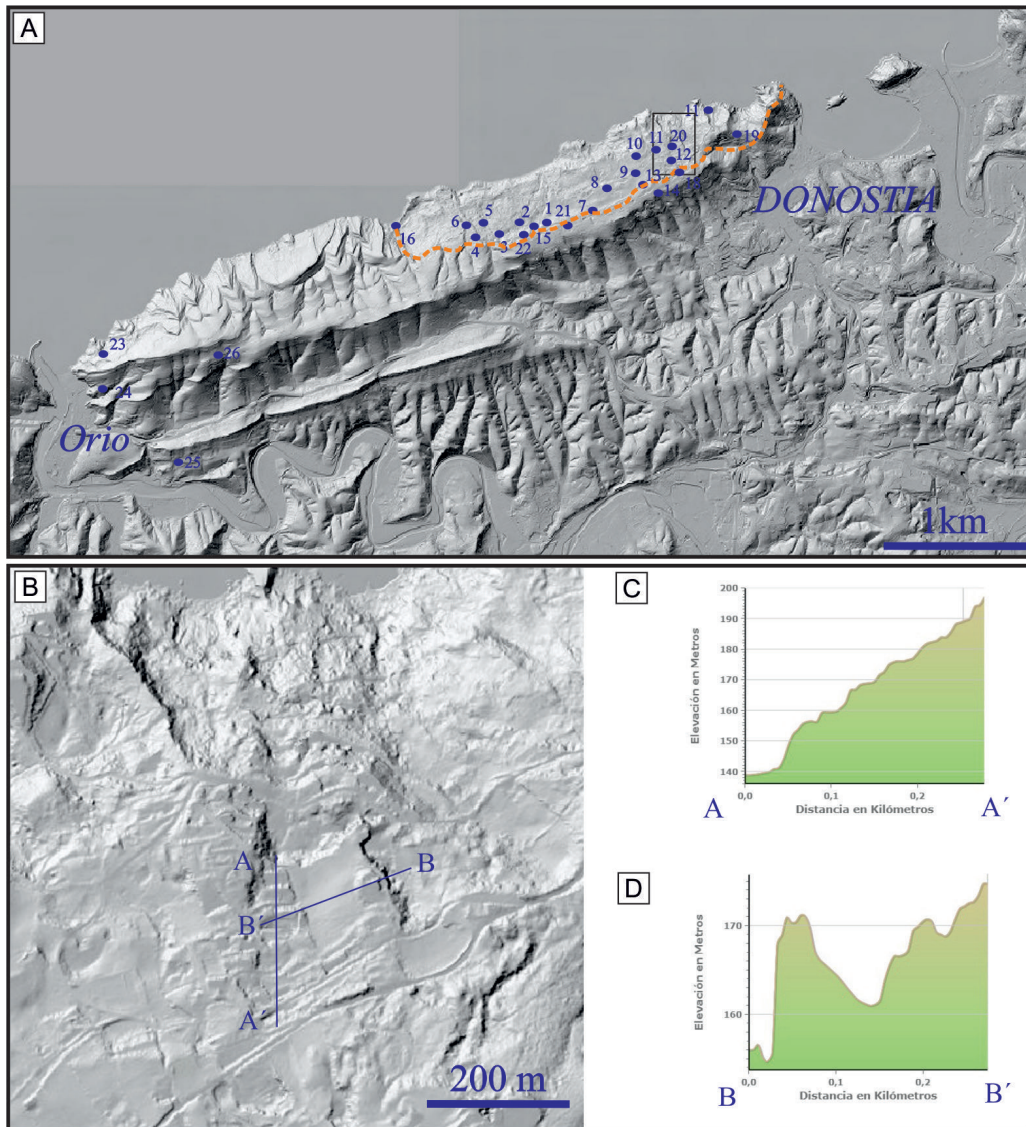


Figura 3. A) Mapa de sombras LIDAR desde Orio hasta Donostia con la localización de las principales canteras de arenisca del sector numeradas según Agirre Sorondo:1986, pp. 498-506. (La línea naranja separa la zona con relieve modificado y natural. El cuadro localiza el detalle de la figura B). B) Detalle de la zona recuadrada de color naranja en la imagen A) que presenta una plaza de cantera y la localización de los cortes topográficos de las figuras C y D. C) sección topográfica A-A'. D) Sección topográfica B-B' (Las imágenes LIDAR y los cortes se han realizado mediante Geovisor Geoeskadi: 2022).

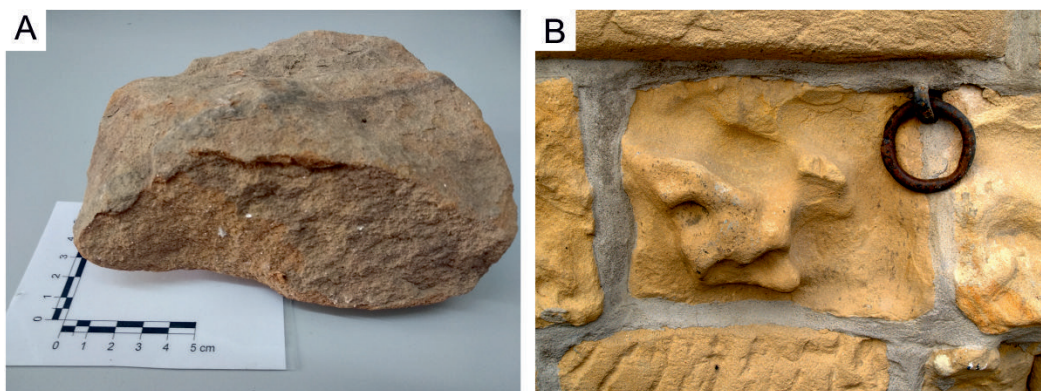


Figura 4. A) Muestra de arenisca eocena seleccionada de la zona del monte Igeldo (Donostia). B) Sillar de la Casa Okendo (Donostia).

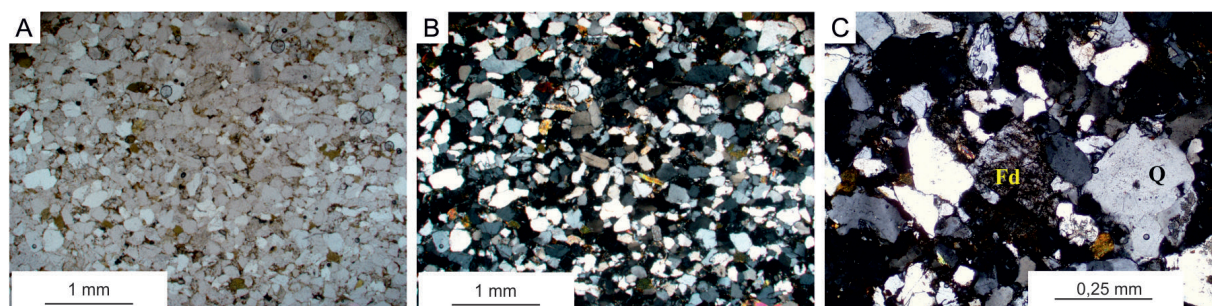


Figura 5. A) Microfotografía general con luz normal de la muestra de la Figura 4A donde se observan los granos de cuarzo, feldespatos, micas y glauconitas entre otros. B) Microfotografía de la imagen A) con nícoles cruzados. C) Detalle con nícoles cruzados de subarcosa con granos de cuarzo (Q) y Feldespatos (Fd) de la Casa Okendo (Donostia).

Se caracterizan por tener escasa matriz arcillosa con algunas micas de tipo moscovita. El cemento es principalmente de cuarzo (Figura 6A) pero es común encontrar algunos parches de

calcita poiquilotópica de reemplazamiento (Figura 6B), y cementos de óxidos de hierro que aportan las características pinceladas rojizas a esta roca (Figura 6C).

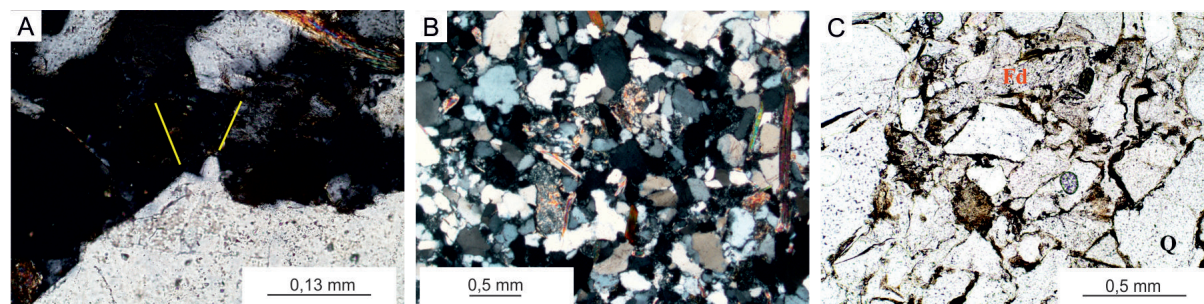


Figura 6. A) Cementos de cuarzo de una muestra de la Casa Okendo (Donostia) marcados con línea amarilla (nícoles cruzados). B) Cementos de calcita poiquilotópica de la muestra de Igeldo de la Figura 4A (nícoles cruzados). C) Cementos de óxidos de hierro de una muestra sin alterar de la Casa Okendo.

EL USO DE LA ARENISCA EOCENA EN LA COSTA DE GIPUZKOA

A lo largo de toda la costa guipuzcoana destacan numerosos ejemplos de construcciones realizadas con la arenisca eocena descrita. Muchas de ellas están inventariadas como parte del patrimonio construido. Pero, también se encuentran ejemplos de uso como edificaciones comunes, es decir, locales comerciales o residenciales que, a pesar de no ser parte del patrimonio, definen el paisaje urbano de estas localidades. En este apartado se presentan algunos ejemplos de construcciones patrimoniales seleccionadas en 8 ciudades de la costa guipuzcoana (Figura 7A). De oeste a este son: Zumaia, Getaria, Zarautz, Orío, Usurbil, Donostia, Lezo/Pasaia y Hondarribia (Figura 7B).

Zumaia

Zumaia es la localidad situada más al oeste de la zona de estudio (Figura 7A). Entre otros atractivos destaca su riqueza geológica que la han llevado a convertirse en el núcleo urbano principal del Geoparque de la Costa Vasca (Geoparkea: 2022). En esta localidad se han seleccionado dos edificios como ejemplo. Ambos se sitúan en el casco histórico de la localidad y están declarados como “Conjunto Monumental del Camino de Santiago del Norte con un grado de protección calificado como Medio” (Gobierno Vasco: 2012).

La Casa Olazabal, es un palacio de estilo barroco del siglo XVII (Figura 8A), propiedad de Juan de Olazabal, secretario en la corte de Felipe IV y contador general de la Inquisición en la fecha de su construcción. Es de destacar su fachada principal

de sillares de arenisca eocena, con tres balcones de hierro forjado y dos escudos de armas. Esta fachada tiene como remate superior un ancho alero de piezas talladas de madera. Por su parte la fachada lateral se encuentra parcialmente cubierta por mortero.

La Ermita de Arritokieta, es una edificación del siglo XVIII, de estilo barroco (Figura 8B) situada en la parte alta de la localidad, anexa al cementerio. Alberga la talla de Nuestra Señora de Arritokieta

del siglo XVI y destaca su origen como hospital de acogida y de enfermos contagiosos. Se corresponde con una ermita de una única nave rematada en su frente con un retablo encastrado en una bóveda de medio cañón. En la fachada exterior destaca el campanario que sobresale en altura y los sillares esquineros, realizados con esta litología, en los bordes de la fachada principal y en torno a los huecos abiertos en la misma.

A	Localidad	Edificio	Siglo	Estilo	Alteraciones
ZUMAIA		Ermita de Arritokieta	XVIII	Barroco	A1eII; B4; B5c; B8; B9;
		Casa Olazabal	XVII	Barroco	B3; B5c; B8; B9; D1c; D2e;
GETARIA		Hotel Saiaz	XV	Barroco	B1a; B1d; B4; B7a; B8; B9; C1; D1c; E4;
		Iglesia de San Salvador	XV	Gótico/Barroco	B5c; B6; B7a; B8; B9; C1; C3; C4; D3;
		Antiguo Ayuntamiento	XIX	Neoclásico	B5c; B7a; B9; D1c;
ZARAUTZ		Torre Luzea	XVI	Renacentista/Gótico	B1d; B3; B5c; B7a; B9; C3; D1a; E4; E5;
		Palacio de Narros	XV	Renacentista/Barroco	B4; B5c; B7a; B8; B9; D1a; D1c; D3; E2; E5;
ORIO		Iglesia de San Nicolás de Bari	XVII	Barroco/Gótico/Renacentista	A1eII; B1a; B1c; B7a; B8; B9; C3; D1c;
USURBIL		Baserri Urdiaga	XVI	Tardo-medieval	A1eII; B1d; B9; C1; D3;
		Iglesia de San Salvador	XVI	Barroco	B1c; B3; B4; B5c; B6; B7a; B9; D1c; D2d; D3; E2; E3; E4;
		Palacio Saroe	XVII	Barroco	B1d; B5c; B7a; B8; B9;
DONOSTIA		Iglesia de San Vicente	XVI	Gótico/Barroco/Neogótico	B1a; B3; B7a; B8; B9; C1; C3; D1c; E4;
		Edificio San Telmo	XVI	Renacentista/Historicista	A1eII; B1d; B3; B5c; B7a; B9; C3; D1c; D3; E4; E5;
		Casa Okendo	XVI	Renacentista	B1c; B8; B9; C1; D1c; D2e;
LEZO Y PASAIA		Iglesia del Santo Cristo	XVII	Barroco	A1eI; B1a; B4; B5c; B6; B8; B9; C3; D2e; D3; E1; E2; E4; E5;
		Ayuntamiento de Pasaia	XVIII	Barroco	A1eI; B4; B5c; B7a; B8; B9; C1; D1c; D2e; D3; E2;
HONDARRIBIA		Puerta de la muralla	XVI	Renacentista	A1eI; B1c; B1d; B5c; B6; B9; C3; D1c; D3; E2; E5;
		Muralla Medieval	XVI	Gótico/Renacentista	B5c; B9; C3; D1c; D3; D4a; E5;

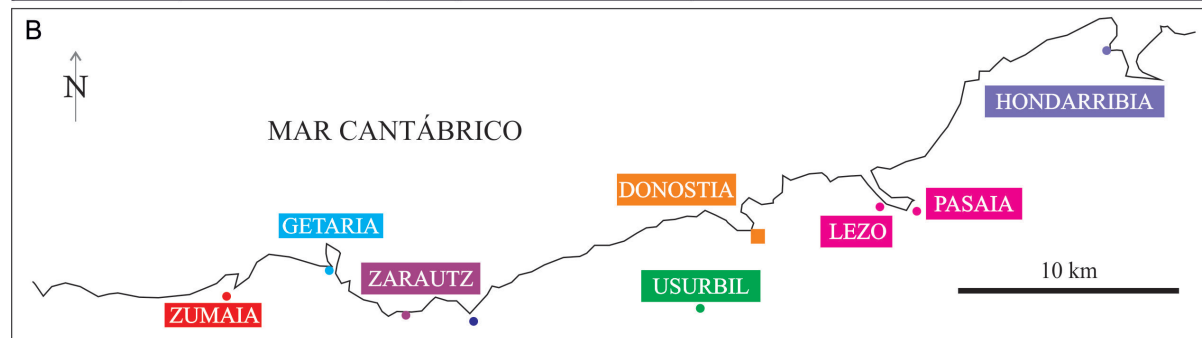


Figura 7. Localidades, edificios estudiados, edad, estilo y alteraciones presentes en cada uno de ellos. B) Localización de las poblaciones seleccionadas para el estudio de determinados edificios realizados en Arenisca Eocena.

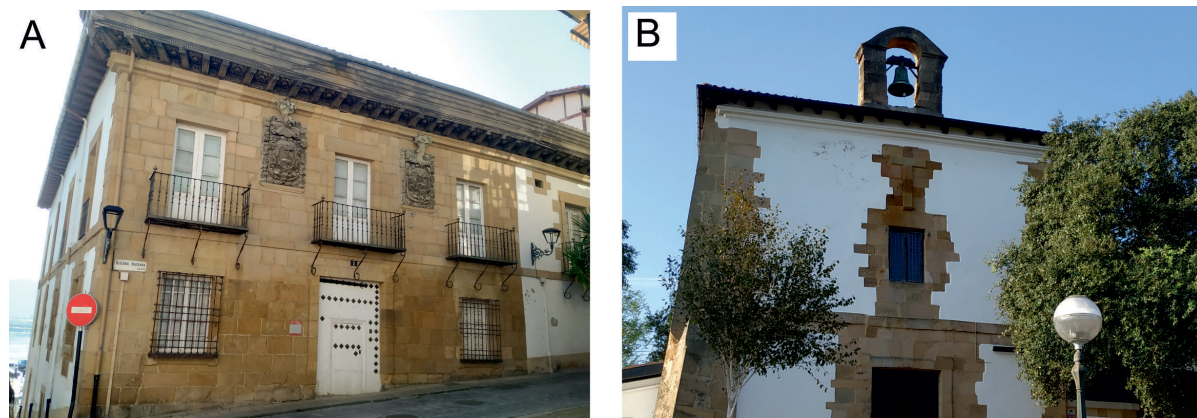


Figura 8. A) Casa Olazabal. B) Ermita de Arritokieta (Zumaia).

Getaria

Getaria (Figura 7B) es una pequeña villa de pescadores y marinos de origen medieval muy ligada a la pesca. Cuna de marinos ilustres como Juan Sebastián Elcano, posee una gran riqueza cultural y natural. Se han seleccionado como ejemplo tres edificios declarados como “Conjunto Monumental del Casco Histórico de Getaria”, el antiguo ayuntamiento con un grado de protección media, el hotel Saiaz con una calificación parcial por su morfología y la iglesia de San Salvador con una protección especial (Gobierno Vasco: 1999). El antiguo ayuntamiento es un edificio de estilo neoclásico del siglo XIX (Figura 9A), de planta rectangular, medianero en tres de sus fachadas, que se cubre con una cubierta a dos aguas. La fachada principal, realizada en piedra de sillería, consta de planta baja y dos alturas que distribuyen sus vanos en cuatro ejes. La planta baja y el primer piso aparecen separadas visualmente por una moldura

horizontal. En planta baja, los huecos son rectangulares y el doble acceso se realiza a través de dos puertas abovedadas de arco de medio punto. En la primera planta, tiene cuatro balcones que aparecen separados dos a dos por un escudo de piedra. Coronando el conjunto, en la segunda planta, posee un balcón volado corrido.

El hotel Saiaz era un edificio de viviendas de estilo barroco del siglo XV (Figura 9B). En su fachada principal destacan tres arcos de medio punto ejecutados con dovelas de piedra arenisca, una serie de ménsulas, seguramente de apoyo para los vuelos de balcones, y sendos huecos trilobulados.

La imponente Iglesia de San Salvador es del siglo XV y mezcla estilos gótico y barroco (Figura 9C). Se trata de una iglesia escalonada que se adapta al terreno en pendiente en el que se localiza. Tiene tres naves, divididas en tres tramos cada una con un presbiterio elevado y un triforio que envuelve el edificio.

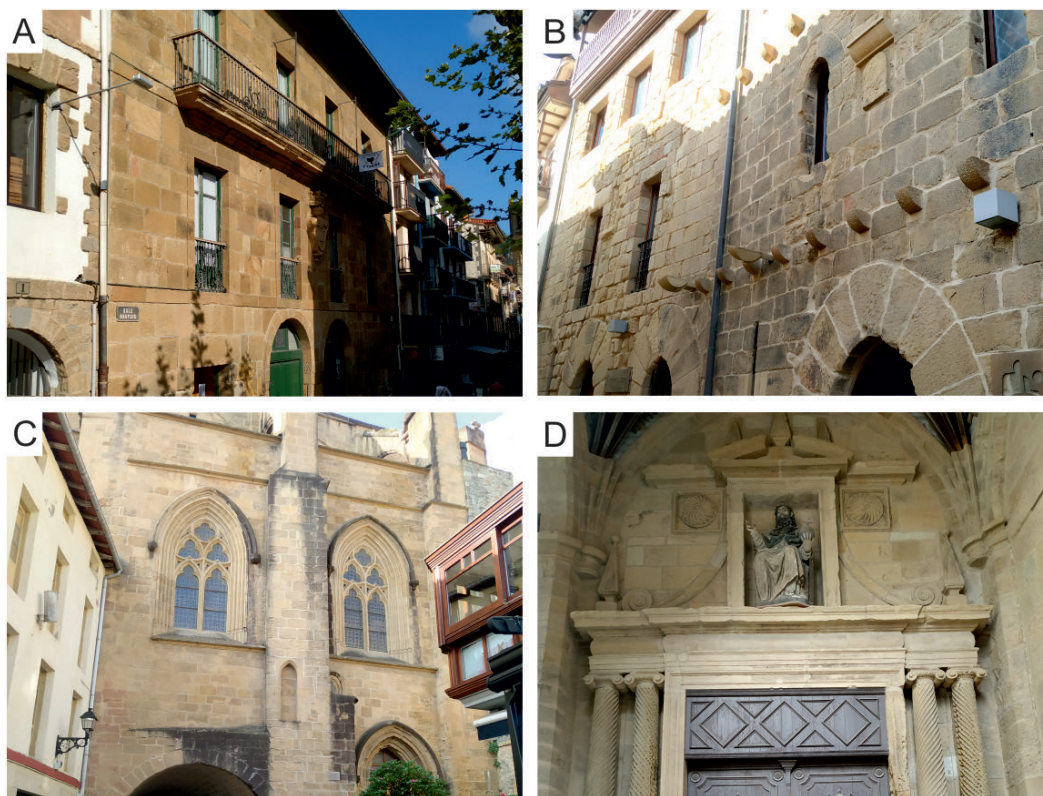


Figura 9. A) Antiguo Ayuntamiento. B) Hotel Saiaz. C) Iglesia de San Salvador. D) Decoración de la Puerta principal de la Iglesia de San Salvador (Getaria).

Zarautz

Zarautz (Figura 7B) es una ciudad con un gran atractivo turístico por su largo arenal y la práctica de deportes acuáticos. En ella se han seleccionado dos edificios:

El palacio de Narros, construido en el siglo XV, presenta una mezcla de estilo renacentista y barroco (Figura 10A). Posee una planta cuadrada destacando su portada en la fachada principal, con un gran arco de piedra arenisca y el escudo de la familia. Unos pináculos y garitones despuntan entre la cornisa almenada que remata la fachada. En el interior es de destacar el patio acristalado. El edificio está declarado como “Monumento calificado con una protección Especial” (Gobierno Vasco: 1984).

Torre Luzea es del siglo XVI con una conjunción entre el estilo renacentista y gótico (Figura 10B). Se trata del mejor exponente de palacio-torre gótico civil que se conserva en Gipuzkoa. La torre tiene tres plantas, además de la planta baja. En la inferior, destacan varios ventanales góticos y el escudo perteneciente a la familia de los Zarauz. Los muros del edificio son de gran grosor, debido

a su función defensiva, y todavía conservan varias saeteras que permitían entrar la luz. El edificio está declarado como “Conjunto Monumental del Casco Histórico de Zarautz Calificado con una protección Especial” (Gobierno Vasco: 1994a).

Orio

Orio (Figura 7B) es un pequeño pueblo pesquero situado en la desembocadura de la Ría de Orio. En él destaca su iglesia de San Nicolás de Bari del siglo XVII, en la que se combinan estilos barroco, gótico y renacentista (Figura 10C). Como muchos de los edificios que se presentan, la iglesia ha sido restaurada y apreciamos la buena obra realizada. El edificio se asienta sobre una plataforma sostenida en parte por varios arcos que descansan sobre grandes pilares. Alrededor del templo se conforma un importante atrio perimetral, a la manera de un paso de ronda, y cubierto en toda su extensión (Figura 10D). El edificio está declarado como “Conjunto Monumental del Casco Histórico de Orio, calificado con una protección Especial” (Gobierno Vasco: 1994b).

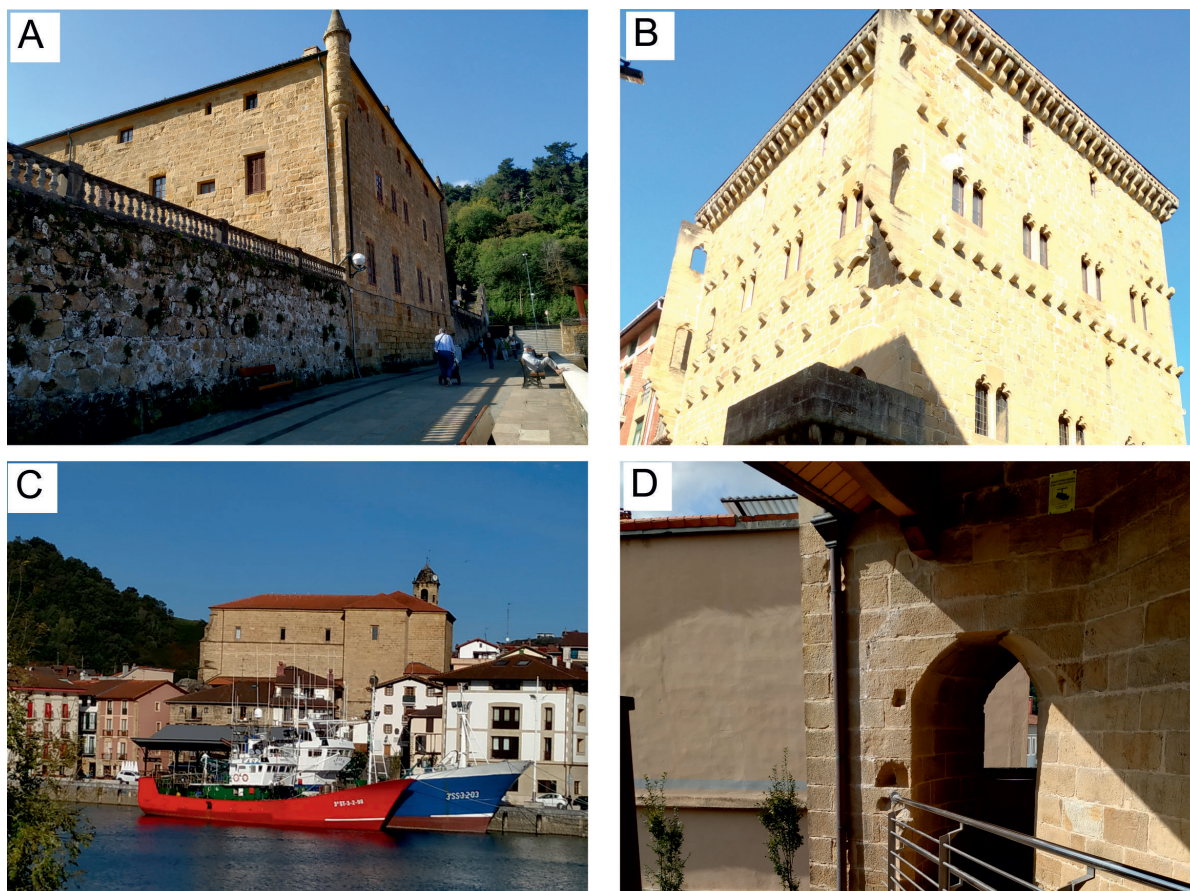


Figura 10. A) Palacio Narros (Zarautz). B) Torre Luzea (Zarautz). C) Iglesia de San Nicolás de Bari (Orio). D) Paseo de Ronda de la Iglesia de San Nicolás de Bari de Orio.

Usurbil

Usurbil es la única localidad seleccionada que no se encuentra bañada por el Mar Cantábrico (Figura 7B), pero destaca por su riqueza monumental realizada con arenisca eocena. Se han seleccionado tres edificios.

El Caserío Urdiaga es un palacio tardomedieval del siglo XVI rehabilitado recientemente para albergar dos viviendas (Figura 11A). En la fachada de arenisca eocena destacan un hueco de doble abocinamiento y, en su fachada norte, otros trilobulados. Los muros son de gran espesor y se encuentran labrados, a ambos lados del hueco, varios asientos utilizados en los palacios tardomedievales (Otañuy y Sagarna: 2018, pp. 67-76). El edificio está calificado como bien inmueble, con expediente incoado, como “Bien Cultural”, con la categoría de “Monumento en el Registro de Bienes Culturales Calificados” y en el “Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco”.

El Palacio Saroe es del siglo XVII y estilo barroco (Figura 11B). De planta cuadrada consta de planta baja y dos plantas altas. La fachada principal presenta una composición simétrica con un balcón centrado y dos laterales. En la base se encuentran las puertas de acceso realizadas con arcos carpaneles y sobre estas en la segunda planta un gran escudo de la familia. El edificio está declarado como “Monumento Calificado” (Gobierno Vasco 1964).

La iglesia de San Salvador es un templo del siglo XVI de estilo barroco (Figuras 11C y D). Presenta una única nave dividida en tres partes y rematada con un ábside octogonal. La cubierta está realizada con bóvedas de crucería y son soportadas gracias a los gruesos muros reforzados con contrafuertes. Una alta torre de planta cuadrada de estilo barroco (Figura 11D) permite el acceso a la iglesia y aloja en su parte superior un campanario. El edificio está recogido en el listado de Bienes inmuebles propuestos para ser inscritos como “Bien Cultural”, con la categoría de “Monumento”, en el Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco.

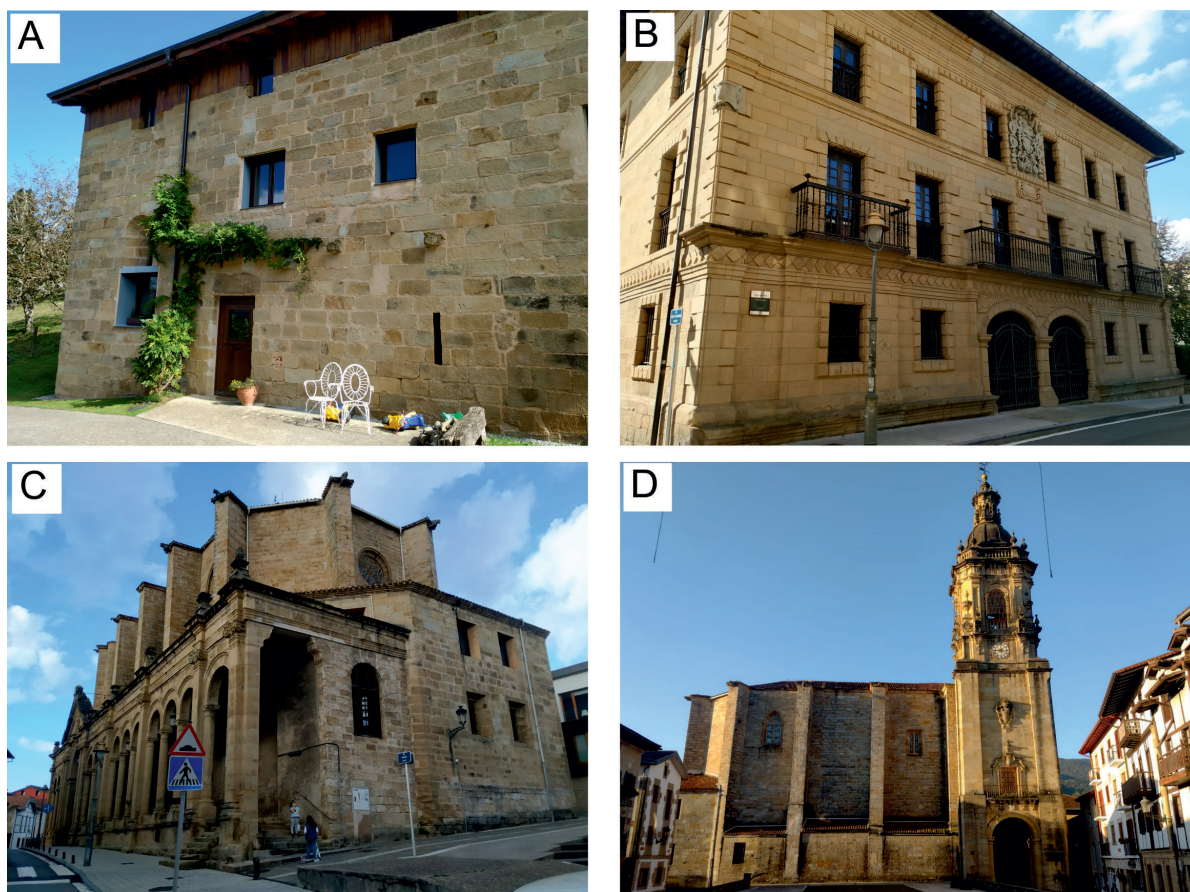


Figura 11. A) Caserío Urdiaga. B) Palacio Saroe. C y D) Iglesia de San Salvador (Usurbil).

Pasaia y Lezo

Pasaia y Lezo son dos localidades con un importante puerto industrial situadas en ambas márgenes de la desembocadura de la Ría de Pasaia (Figura 7B).

En Pasaia se ha seleccionado el ayuntamiento barroco del siglo XVIII (Figura 12A). Es un edificio entre medianeras, de planta rectangular y con cubierta a dos aguas. Este tipo de construcción no responde plenamente al de los edificios de los ayuntamientos vascos, que ofrecen grandes arcos. Su fachada es estrecha, de cuatro plantas, que por su aparejo de sillería se diferencia de las casas que la flanquean. Destacan en esta fachada sus amplias ventanas y balcones. El edificio está declarado como “Conjunto Monumental del Camino de Santiago calificado con una protección Media” (Gobierno Vasco: 2012).

El edificio seleccionado en Lezo es la Iglesia del Santo Cristo, del siglo XVII y también de estilo barroco (Figura 12B). Se trata de un templo de una sola nave, con tres cuerpos longitudinales cubiertos por bóvedas independientes. El primero está separado del resto por una verja de hierro forjado y alberga el altar y el retablo. En el extremo opuesto se encuentra el acceso a la basílica, que se realiza a través de una puerta localizada en un atrio renacentista con un cierre de rejas entre columnas estriadas. El edificio está declarado como “Conjunto Monumental del Camino de Santiago del Norte calificado con una protección Especial” (Gobierno Vasco: 2012).

Hondarribia

Hondarribia es la localidad de estudio situada más al Este (Figura 7B) y conserva su carácter medieval en la puerta y la muralla de la ciudad. Los dos elementos están declarados como “Conjunto Monumental Calificado del Casco Histórico de Hondarribia con una protección Especial” (Gobierno Vasco: 2001).

La Puerta de Santa María es una de las dos entradas principales que tenía la Ciudad (Figura 12C). Esta se componía de diversos elementos, como puente levadizo, cuerpos de guardia y hasta capilla. En esta puerta sólo queda un sencillo arco. Sobre el arco, destaca el escudo de la Ciudad del año 1694 y sobre él, el reloj de sol. Dando la bienvenida, destaca la escultura del “Hatxero”, que representa al zapador (soldado que trabaja en las fortificaciones) que abría paso a las tropas.

Las murallas de la villa (siglos XVI-XVII) que rodean el casco histórico, pertenecen al sistema de fortificación abaluartado (Figura 12D). Se conservan cuatro baluartes, donde se pueden observar las enormes cortinas que los unen. Estos

baluartes de Hondarribia disponían también de fortificaciones exteriores, principalmente dos revellines, de los que se conservan únicamente algunos vestigios de uno de ellos, el denominado San Nicolás. De las murallas medievales sólo se conservan estructuras muy limitadas y en su mayor parte modificadas.

Donostia

Donostia/San Sebastián es la capital de la provincia, conocida como la Bella Easo. Localizada frente a la bahía de la Concha se conoce por su gran riqueza cultural (Figura 7B). Son numerosos los ejemplos de construcciones realizadas con arenisca eocena, de muy diversos usos, épocas y estilos. Algunos de fama internacional, como el Hotel María Cristina y el Teatro Victoria Eugenia, que fueron construidos simultáneamente a principios del siglo XX y configuran uno de los conjuntos monumentales más sobresalientes de la ciudad. Su estructura interna es de hormigón armado, aunque la envolvente de fachada está ejecutada en ambos casos con muros de carga de sillería de piedra arenisca. Los edificios presentan un estilo historicista ecléctico. En el caso del teatro los huecos aparecen en los paños de manera simétrica y coexisten distintos tipos de arcos y dinteles con variadas composiciones tripartitas. En las esquinas de esta fachada se sitúan torres de escaleras rematadas por *loggias* neoplatéricas que permiten la transición a la distinta modulación de las fachadas laterales. También destacan las amplias terrazas laterales del piso principal y las dos grandes torres, compuestas de arcadas de medio punto y rematadas por multitud de pináculos. El conjunto está declarado como “Conjunto Monumental Calificado de la Plaza de Okendo y del Camino de Santiago del Norte con una protección Especial” (Gobierno Vasco: 2012). También es de destacar el Mercado de la Brecha, que hoy en día continúa con su actividad original. Para este trabajo se han seleccionado tres edificios.

La iglesia de San Vicente, construida a lo largo del siglo XVI es de estilo gótico (Figura 13A). Tiene planta rectangular con tres naves, la central es más alta y la del presbiterio es poligonal con varios contrafuertes. Destacan en sus fachadas cuatro grandes rosetones que son posteriores a la primera construcción de la iglesia. En la fachada existe un garitón (pequeña torre, con ventanas largas y estrechas) y algunas aspilleras (abertura larga y estrecha en un muro para disparar por ella), lo que indica su carácter defensivo. El edificio está declarado como “Monumento Calificado con una protección Especial” (Gobierno Vasco: 1984).



Figura 12. A) Ayuntamiento (Pasaia). B) Iglesia del Santo Cristo (Lezo). C) Puerta de Santa María de Hondarribia. D) Muralla medieval (Hondarribia).

El convento de San Telmo, reconvertido en museo, es un edificio del siglo XVI (Figura 13B). Su estilo puede calificarse como de transición entre el gótico y el renacentista. En el edificio destaca: el claustro de dos alturas, inspirado en el renacentista de San Esteban de Salamanca; el torreón, que alberga la escalera de acceso al claustro alto; y, el acceso a la iglesia. También dispone de ábside poligonal, nave y capillas laterales separadas por robustas columnas que soportan las bóvedas de crucería. Desde el claustro y desde la iglesia se accede a un conjunto de espacios intercomunicados: la sacristía abovedada, la capilla de los Etxeberri y la Sala Capitular. El edificio tiene la categoría de “Monumento y tiene un grado de protección Calificado” (Gobierno Vasco: 1984).

La Casa Okendo, construida en el siglo XVI con estilo renacentista era, en origen, el caserío familiar de la Familia Oquendo y, tras una rehabilitación exhaustiva (Rodríguez-Maribona *et al.*: 1999, pp. 19-30), alberga hoy en día la casa de cultura (Figura 13C). Se trata de un edificio de planta rectangular y cubierta a cuatro aguas. Presenta aparejo de mampostería (con otra arenisca) y sillería de arenisca eocena, que se reserva para las zonas más nobles. Así, encontramos sillares de piedra en la fachada principal y cercos de vanos de todos

los frentes. Sobre el acceso, se ubica el escudo de armas de la familia Oquendo, bien enmarcado en una hornacina adintelada que remata en un frontón triangular. Llama la atención el avance o contrafuerte del muro lateral izquierdo que se construye de esta manera para la defensa de los temporales. Ésta es una solución muy usada en los caseríos vascos. Dicho avance conserva a la altura del piso principal un hueco rectangular que permite la vista del mar desde la vivienda. El edificio está dentro del “Conjunto Monumental del Camino de Santiago del Norte, Calificado con un grado de protección Media” (Gobierno Vasco: 2012).

En todos estos ejemplos, la arenisca eocena se ha utilizado como material de construcción, bien como elemento estructural o como envolvente de la fachada. Así, se ha constatado su uso en diferentes elementos estructurales, como los contrafuertes de la iglesia de San Salvador de Usurbil (Figura 11D); como sillares y esquineros, como los que presenta la iglesia de Arritokieta de Zumaiá (Figura 8B), como cerramiento de fachada, en gran parte de los edificios presentados, como es el caso del Caserío Urdiaga de Usurbil (Figura 11A). Incluso como elemento decorativo tallado como la puerta de la iglesia de San Salvador de Getaria (Figura 9D).

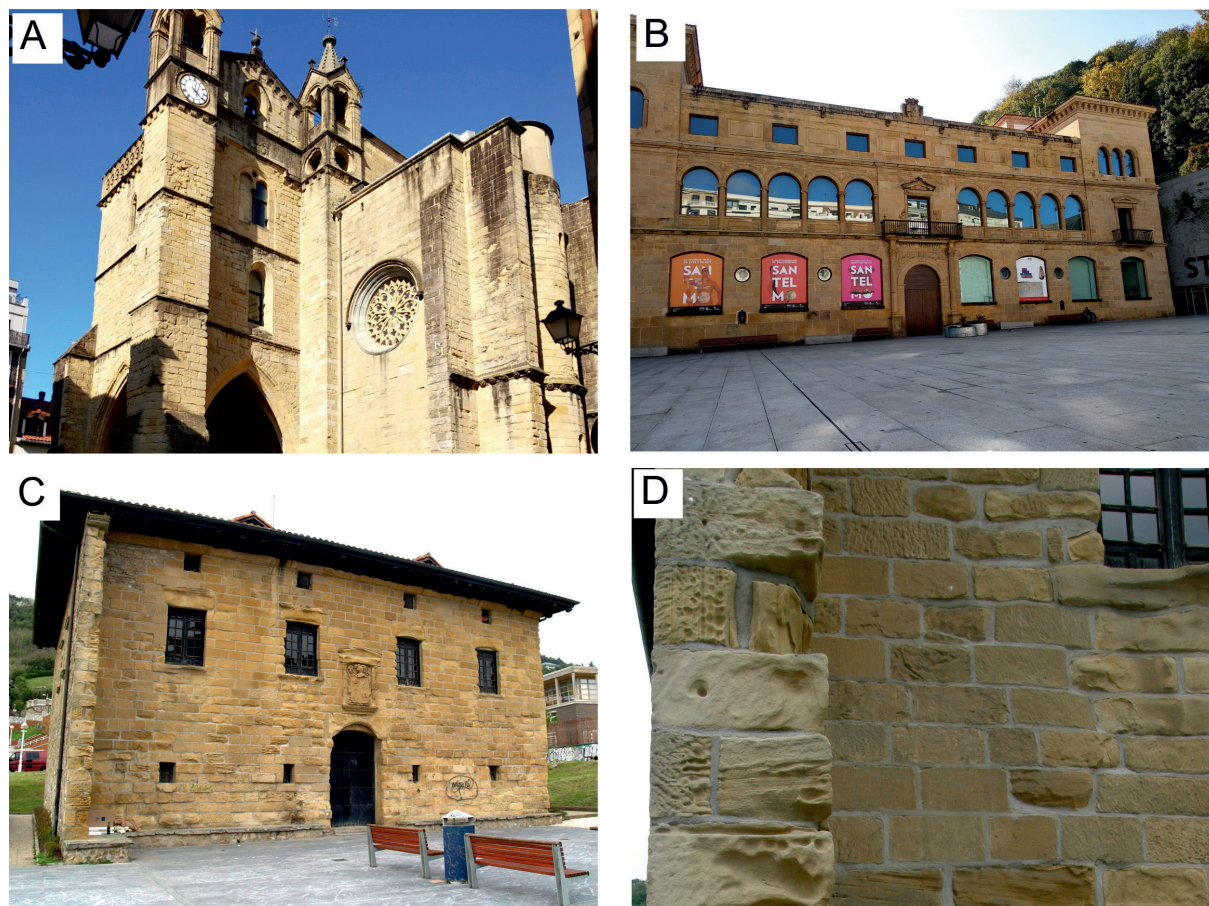


Figura 13. A) Iglesia de San Vicente. B) Museo San Telmo. C) Casa Okendo. D) Detalle de la fachada de la Casa Okendo (Donostia).

ALTERACIÓN DE LAS ARENISCAS EOCENAS EN EDIFICIOS PATRIMONIALES COSTEROS

Las areniscas eocenas aportan al paisaje un carácter propio, son de aspecto luminoso pero su alterabilidad es importante por su elevada porosidad y sobre todo por la meteorización de algunos minerales. Las principales alteraciones presentes en los edificios seleccionados se han caracterizado según las definiciones de ICOMOS-ISCS (2011) y la tabla de clasificación alfanumérica de alteraciones de Damas Mollá *et al.* (2018). La Figura 7A recoge todos los tipos de alteraciones reconocidos en cada uno de los edificios analizados.

En lo que respecta a las alteraciones de tipo A, que se corresponden con roturas y deformaciones, son escasos los ejemplos que se han registrado debido al buen estado de conservación de los edificios y las recientes obras de rehabilitación y restauración llevadas a cabo en muchos de ellos. Aun así, destaca, por ejemplo, la gran

grieta (alteración tipo A1eI) que presenta la fachada trasera de la Puerta de la Muralla medieval de la localidad de Hondarribia (Figura 12C).

El tipo de alteración más representativo de esta litología son los desprendimientos (alteraciones de tipo B). Una de las categorías más singulares e identificable fácilmente, tanto en los afloramientos naturales como en las edificaciones, son las alveolizaciones también denominadas taffonis (B9) (Figuras 13 D, 14A, 14 B y 14 C). Este tipo de alteración y la erosión general (B8) de las fachadas se ha reconocido en todos los edificios analizados (Figura 14C y 14 D).

Algunos daños antrópicos destacan por su origen, como los impactos de bala (B1a) de la fachada lateral de la Iglesia de San Vicente (Donostia) (Figura 15A), los desgastes por fricción (B1c) de afilado que han quedado grabadas tanto en la iglesia de Usurbil, como en la Puerta de la muralla de Hondarribia (Figura 15B) o los arañazos (B1b) fruto de posibles marcas de cantero o de nuevas inscripciones.

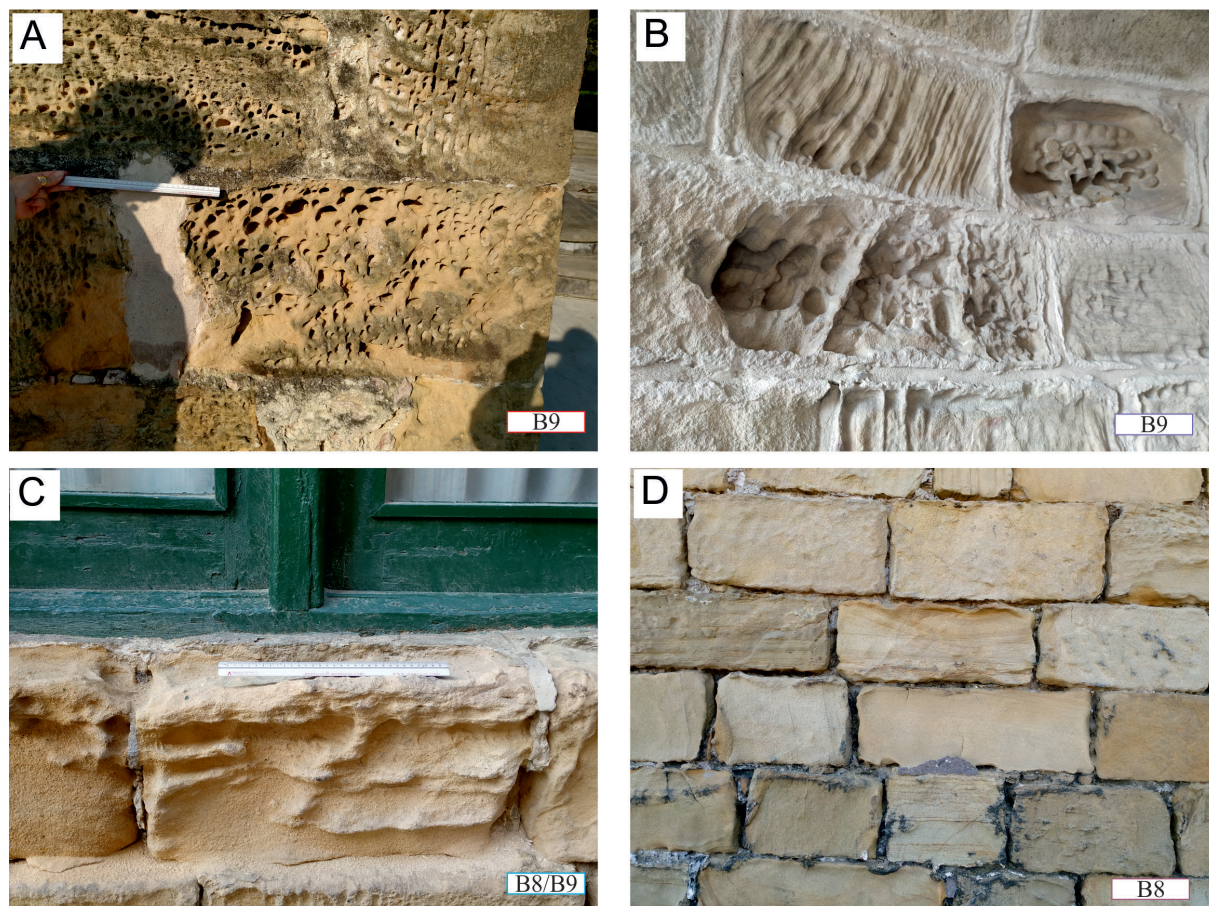


Figura 14. A) Alveolizaciones (alteraciones B9) en la fachada lateral de la Ermita de Arritokieta (Zumaia).

B) Alveolizaciones (alteración B9) en el paseo de ronda de la iglesia de San Nicolás de Bari (Orío). C) Alveolización intensa (B9) y erosión (B8) en una de las ventanas del antiguo Ayuntamiento de Getaria. D) Erosión diferencial del mortero y de la parte superficial de los sillares de arenisca del Palacio de Narros (Zarautz).

Los desprendimientos por alteración de la superficie del material son también muy comunes. Se han reconocidos ampollas (B3) en sillares de cinco edificios (Figura 15C), exfoliaciones (B4) en seis edificaciones, arenización (B5c) de la superficie de sillares en 12 de las construcciones, en 4 se han detectado procesos de peeling (B6). En 11 de ellas, algunos de los sillares sufren procesos de descamación en capas curvas, aunque en varios casos los productos de consolidación, aplicados en obras de rehabilitación, parecen haber frenado el proceso, como en el edificio San Telmo de Donostia (Figura 15D).

Las variaciones respecto al color (alteraciones de tipo C) no son muy abundantes, aunque se reconocen algunos casos de coloración (C1), sobre todo en los sillares con areniscas que presentan alto contenido en cementos de hierro. Lo que más abunda son los oscurecimientos por zonas húmedas (C3) en zonas sombrías y partes inferiores de las construcciones.

Los depósitos (alteraciones de tipo D) más abundantes son los de materiales exógenos, sobre todo de hollín bien adherido al sustrato (D2c), que cubre gran parte de las fachadas de algunos de los ejemplos analizados, como la muralla de Hondarribia (Figura 12D), en cuya base también se han reconocido incrustaciones de carbonato en cortina (D4a) por degradación del mortero. También se han reconocido algunos depósitos de materiales artificiales (D2e), pintura en su mayoría (Figura 16A). En 9 edificios se han encontrado algunos sillares con eflorescencias blancas (D3) aisladas, (Figura 16A).

Por último, se han analizado las bioalteraciones (alteraciones con origen orgánico de tipo E). Se registran sobre todo en partes sombrías y húmedas como cornisas, bajos de ventanales y balcones y zócalos. Se reconocen diferentes crecimientos de organismos, destacando líquenes (E2) y mohos (E4) (Figuras 16B). Las plantas, como representantes de los organismos mayores (E5), se desarrollan en las juntas de los sillares.

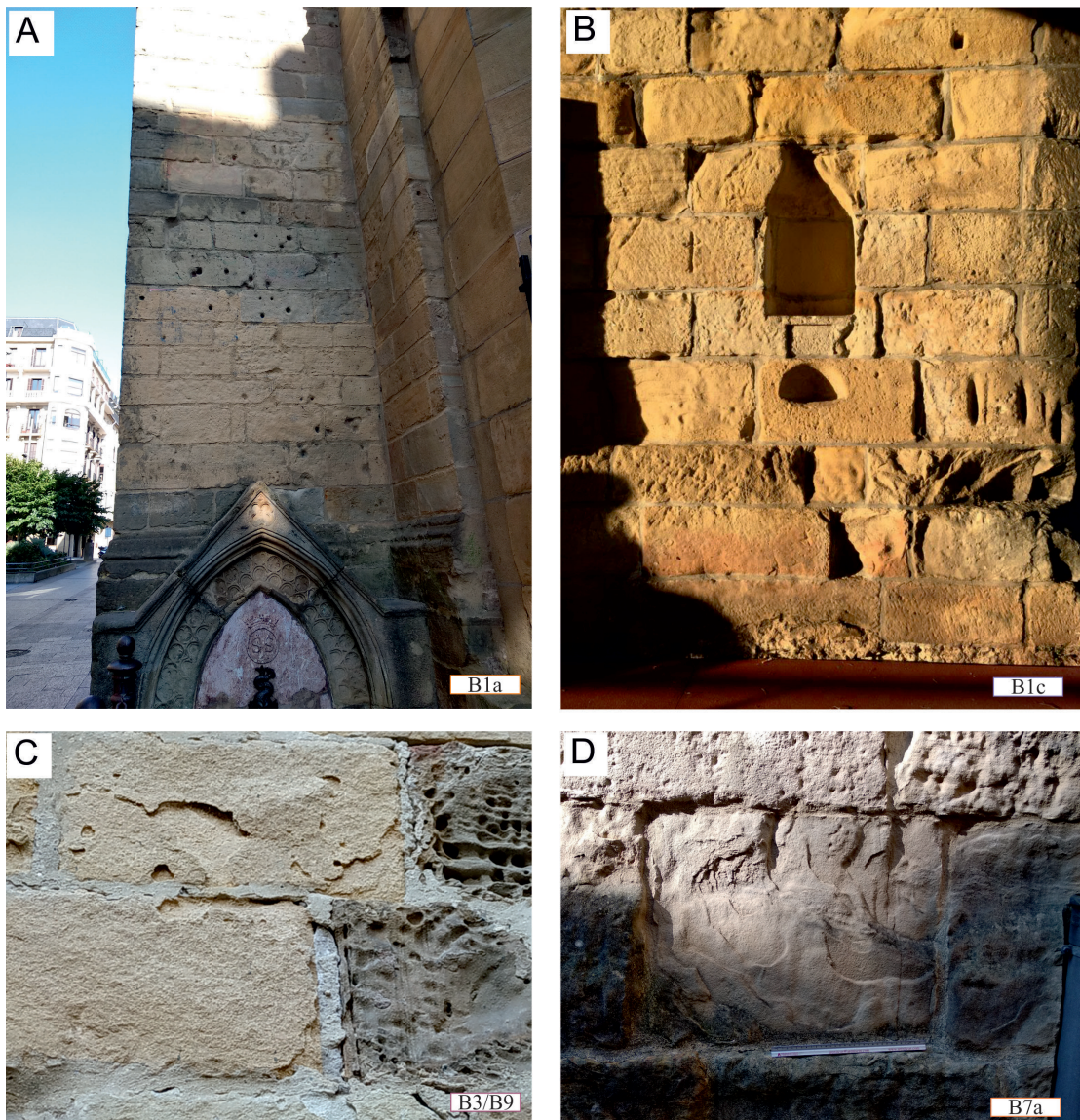


Figura 15. A) Perforaciones (alteración B1a) por impacto de proyectiles de la Guerra Civil en la Iglesia de San Vicente de Donostia. B) Desgaste por fricción (alteración B1c) de afilado en la Puerta de Santa María (Hondarribia). C) Ampollas (alteración B3) y alveolizaciones (alteración B8) en algunos sillares de Torre Luzea (Zarautz). D) Descamación en capas curvas (alteración B7a) en un sillar de la Iglesia de San Vicente (Donostia).

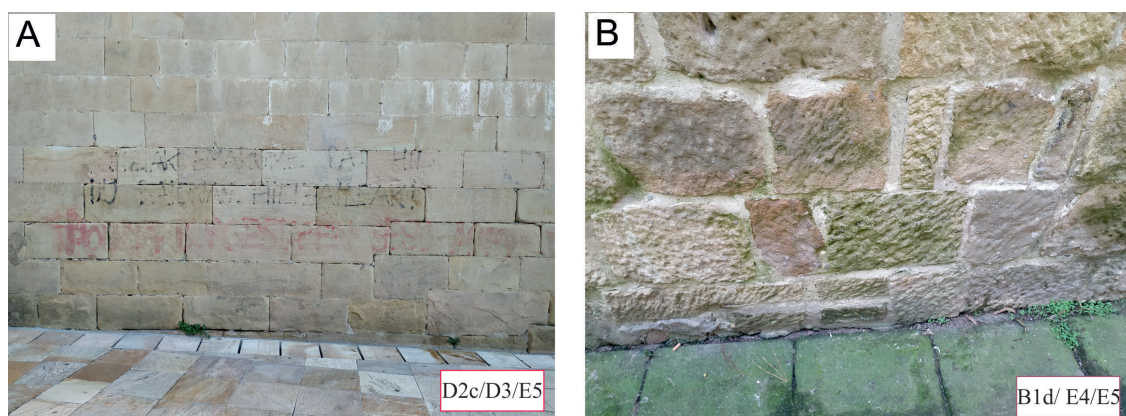


Figura 16. Depósito de material artificial (pintura) (alteración D2c), formación de eflorescencias (alteración D3) y crecimiento de plantas (alteración E5) sobre algunos sillares de la Iglesia del Santo Cristo de Lezo.

Las alteraciones citadas son fruto de la modificación de las características de la roca por su exposición al medio ambiente, así como el producto de la interacción entre factores externos (climáticos y de contaminación), factores constructivos (extracción, elaboración y ubicación) y factores intrínsecos de los materiales (Alonso et al.: 2006, pp. 23-32). En lo que se refiere a factores externos, destaca el clima atlántico de la zona, con abundantes precipitaciones y elevada humedad relativa (Euskalmet: 2022) que favorece la alterabilidad de la roca. El efecto de los contaminantes difiere en función de la localización de los edificios estudiados, dado que hay zonas donde, por ejemplo, el tráfico rodado es importante. Un factor a tener en cuenta es la proximidad del mar por la acción de los aerosoles marinos. Respecto a los factores constructivos se ha constatado, en los edificios seleccionados, la variabilidad de alteraciones que se producen según la orientación y la posición del material. Por último, en lo que respecta a los factores intrínsecos de los materiales, los estudios petrológicos realizados tanto en roca seleccionada en el afloramiento en la zona de Igeldo como en muestras más alteradas de la Casa Okendo (Rodríguez-Mirabona et al.: 1999, pp. 19-30), permiten establecer relaciones entre la mineralogía, la textura, la porosidad y las propiedades físicas de esta litología que son las características que condicionan la durabilidad de la roca natural (Alonso et al.: 1998, pp. 23-32). Así, se ha comprobado como la porosidad aumenta por la penetración de agua y sales marinas y la degradación de los minerales más inestables, feldespatos, plagioclasas y glauconita, y los cementos de calcita. Este proceso se acentúa por la elevada capacidad de succión y absorción de agua de este tipo de roca y favorece la precipitación de cloruros y sobre todo de sulfatos en el interior de los bloques.

CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se han presentado, como ejemplo de uso de la arenisca eocena de la Formación Cabo Higuer – Getaría, 18 edificaciones de 9 localidades de la costa guipuzcoana.

Desde el punto de vista de conservación del patrimonio cultural, antes de realizar cualquier tipo de intervención se debe entender y caracterizar los materiales utilizados. Resulta por tanto imprescindible efectuar un estudio transdisciplinar que incluya tantos aspectos geológicos como arquitectónicos. Se ha comprobado como en algunas ocasiones se han intensificado procesos de arenización por mala elección de los morteros en las obras. Estudios completos, como los que se realizaron en la Casa Okendo de Donostia

evitarían estos hechos. La elección de los materiales debe tener en cuenta también la apariencia exterior del monumento. En los edificios estudiados que han sido recientemente rehabilitados, como el Palacio Saroe de Usurbil o el edificio San Telmo de Donostia, se ha constatado el uso de placas de otras variedades de arenisca muy similares desde un punto de vista estético, generalmente de la provincia de Burgos para las sustituciones de material en zonas muy degradadas.

La valorización de la roca local, que diferencia unos territorios de otros y otorga una identidad al paisaje natural y urbano, precisa de reconocimiento social. Para poder respetarla es necesario conocerla. Para ello, además de los trabajos de investigación geológica y arquitectónica, de la recopilación de datos históricos o del análisis de restauración, se deben realizar otras tareas de socialización del material tales como visitas, talleres o guías tanto divulgativas como educativas (Damas Mollá et al.: 2021, p. 656). Estas actividades permiten acercar estos estudios a la sociedad, otorgando así a las rocas su valor tanto geológico como cultural.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido liderado por el Grupo de Investigación IT-1678/22 del Gobierno Vasco. Universidad del País vasco UPV/EHU y subvencionado por el Proyecto de Investigación HAREA (Grupo de Investigación en Geología litoral; E.J./G.V., IT976-16)

REFERENCIAS

- ALONSO, Francisco Javier, ESBERT, Rosa María, ORDAZ, Jorge y VÁZQUEZ, Patricia. “Análisis del deterioro en los materiales pétreos de edificación”. Revista electrónica *RECOPAR*, 2006, 3, pp. 23- 32. <<http://polired.upm.es/index.php/recopar/article/view/2131/2209>> [6 noviembre 2021].
- AGIRRE SORONDO, Aitor. “Los canteros de Igeldo”. *Revista internacional de los estudios vascos*, 1986, 31 n° 2, pp. 498-506.
- BROCKX, Margaret y SEMENIUK, Vic. “Building Stone Can Be of Geoheritage Significance”. *Geoheritage*, 2019, 11, pp. 133-149.
- DAMAS MOLLÁ, Laura, SAGARNA, Maialen, ARANBURU, Arantza, URIARTE, Jesus Angel, GARCÍA-GARMILLA, Patxi, PASCUAL, Ana y MURELAGA, Xabier. “Patrimonio geocultural: los colores de Donostia (Gipuzkoa)”. *Geotemas* (X Congreso Geológico de España), 2021, 18, p. 656.
- DAMAS MOLLÁ, Laura, URIARTE, Jesus Angel, ARANBURU, Arantza, BODEGO, Arantxa, BALSISCUETA, Urko, GARCÍA-GARMILLA, Francisco, ANTIGUEDAD, Iñaki, MORALES, Tomás. “Systematic alteration survey and stone provenance for restoring heritage buildings: Punta Begoña Galleries (Basque-Country, Spain)”. *Engineering Geology*, 2018, 247, pp. 12-26.

- DE WEBER, Patrick, REYNAUD, JY, ROTARU, M. "Géologie et vin". *Bull. Soc. Géologique de l'Ardèche*, 2010, 4, pp. 37- 46.
- De WEBER, Patrick, BAUDIN, François, PEREIRA, Dolores, CORNÉE, Annie, EGOROFF, Grégorie, PAGE, Kevin. "The importance of Geosites and Heritage Stones in cities- a review". *Geoheritage*, 2017, 9, pp. 561-575.
- GEOPARKEA. <<https://geoparkea.eus/es/>> [15septiembre2022].
- GEOVISOR GEOEUSKADI. Mapa de sombras LIDAR <<https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>> [15septiembre2022].
- GOBIERNO VASCO. *Boletín oficial del País Vasco*. 1964. <<https://www.boe.es/boe/dias/1964/02/29/pdfs/A02784-02784.pdf>> [15septiembre2022].
- GOBIERNO VASCO. *Boletín oficial del País Vasco*. 1984. <<https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/1984/08/8401568a.pdf>> [15septiembre2022].
- GOBIERNO VASCO. *Boletín oficial del País Vasco*. 1994a. <<https://www.euskadi.eus/y22-bopv/eu/bopv2/datos/1994/08/9402956a.pdf>> [15septiembre2022].
- GOBIERNO VASCO. *Boletín oficial del País Vasco*. 1994b. <<https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/1994/09/9403466a.pdf>> [15septiembre2022].
- GOBIERNO VASCO. *Boletín oficial del País Vasco*. 1999. <<https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/1999/11/9904965a.pdf>> [15septiembre2022].
- GOBIERNO VASCO. *Boletín oficial del País Vasco*. 2001. <<https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/2001/01/0100488a.pdf>> [15septiembre2022].
- GOBIERNO VASCO. *Boletín oficial del País Vasco*. 2012. <<https://www.euskadi.eus/y22-bopv/es/bopv2/datos/2012/01/1200433a.pdf>> [15septiembre2022].
- ICOMOS-ISCS. *Glosario ilustrado de formas de deterioro de la piedra*. Comité internacional de la Piedra de ICOMOS (ed.), París, 2011, pp. 78.
- OTADUY, Juan Pedro, SAGARNA, Maialen. "A descoberta de um palácio tardo-medieval através de estudos históricos, arquitetónicos e arqueológicos: o caserío Urdaia". *Conservar Património*, 2018, 28, pp. 67-76.
- PEREIRA, Dolores, MARKER, Brian. "The value of Original Natural Stone in the Context of Architectural Heritage". *Geosciences*, 2016a, 6, 13.
- PEREIRA, Dolores, MARKER, Brian. "Heritage Stone 1. Repair and Maintenance of Natural Stone In Historical Structures: The Potential Role of the IUGS Global Heritage Stone Initiative". *Geoscience Canada*, 43, pp. 5- 12.
- PETTITJONH, Francis John, POTTER, Paul Edwin, y SIEVER, Raymond. *Sand and sandstone*. Springer-Verlag (eds.), New York, 1987, p. 553.
- PUJALTE, Victoriano, ROBLES, Sergio, ORUE-ETXEBARRIA, Xabier, BACETA, Juan Ignacio, PAYRÓS, Aitor. "Uppermost Cretaceous-Middle Eocene strata of the Basque-Cantabrian Region and western Pyrenees: a sequence stratigraphic perspective". *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 2000, 13, pp. 191-211.
- ROBLES, Sergio y PUJALTE, Victoriano. "Análisis de los sistemas turbidíticos eocénicos de Guipúzcoa, aplicado a la predicción de potenciales almacenes de hidrocarburos en la Plataforma Cantábrica". *Informe geológico*, 1998.
- ROBLES, Sergio. "Evolución Geológica en la Cuenca Vasco- Cantábrica". En BODEGO Arantxa, MENDIA Miren, ARANBURU Arantza y APRAIZ Arturo (eds). *Geología de la Cuenca Vasco-Cantábrica*. Servicio editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao, 2014, pp. 9-104.
- RODRIGUEZ-MARIBONA, Isabel, ZALBIDE, María, GARCÍA-GARMILLA, Francisco, IBÁÑEZ-GÓMEZ, José Antonio y GARÍN, Simón. "Estudio de conservación del material pétreo de la Casa de Cultura del Almirante Oquendo, en San Sebastián". *Materiales de Construcción*, 1999, 49 n° 255, pp. 19-30.
- WOODCOCK, Nigel H., FURNESS, Euan N. "Quantifying the History of Building Stone Use in a Heritage City: Cambridge, UK, 1040 - 2020". *Geoheritage*, 2021, 13:12.