



**Plan Director del BIC  
"La Picola" (Santa Pola)  
2023-2048**

Jaime Molina Vidal  
Eva María Ayela Aznar (dirs.)

**Título:** *Plan Director del BIC "La Picola" (Santa Pola), 2023-2048*

**Directores:** *Jaime Molina Vidal y Eva María Ayela Aznar*

**Edita:** *Museo del Mar. Santa Pola, 2023*

**ISBN:** *978-84-126931-6-4*



*Plan Director del BIC "La Picola" (Santa Pola)  
2023-2048*

*Directores:*

*Jaime Molina Vidal  
Eva María Ayela Aznar*

*Autores:*

*Jaime Molina Vidal  
Eva María Ayela Aznar  
Carolina Frías Castillejo  
Pablo Martí Ciriquián  
Yolanda Spairani Berrio  
Juan Francisco Álvarez Tortosa  
Franciso Javier Muñoz Ojeda  
José Antonio Huesca Tortosa*

# Índice

## **BLOQUE I. EL ÁREA ARQUEOLÓGICA DE PICOLA. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS 6**

1. INTRODUCCIÓN: OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	7
1.1. El yacimiento de "La Picola": breve historia de la investigación.....	8
1.2. Objetivos.....	10
1.3. Metodología de trabajo para la elaboración del Plan Director .....	12
2. IDENTIFICACIÓN BÁSICA DEL BIC DE "LA PICOLA" Y SU ENTORNO .....	16
2.1. Contexto geográfico.....	16
2.1.1. Emplazamiento .....	18
2.1.2. Delimitación .....	20
2.1.3. Marco Geológico y geográfico.....	21
2.2. Identificación del bien .....	23
2.3. Georreferenciación del Bien y delimitación .....	24
3. ESTUDIO JURÍDICO Y NORMATIVO .....	31
3.1. Titularidad .....	31
3.2. Régimen jurídico .....	34
3.3. Marco legal de aplicación .....	35
3.4. Régimen de protección .....	36
4. ANÁLISIS HISTÓRICO Y ARQUEOLÓGICO .....	40
4.1. Historia de la investigación.....	40
4.2. Análisis arqueológico del conjunto.....	45
4.3. Interpretación histórica y arqueológica.....	58
5. ESTUDIO URBANÍSTICO.....	61
5.1. La situación urbanística del yacimiento de "La Picola" .....	63
6. ESTUDIO ARQUITECTÓNICO. ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	66
6.1. Estudio de las restauraciones recientes.....	66
6.2. Análisis descriptivo del estado actual.....	68
6.2.1. Análisis constructivo del aljibe.....	69
6.2.2. Estudio y analítica de materiales.....	71
6.3. Descripción general del estado de conservación .....	107
6.3.1. Lesiones por movimientos (M).....	109
6.3.2. Lesiones por humedad (H).....	110
6.3.3. Lesiones por alteraciones pétreas (P) .....	112
6.3.4. Lesiones por actuaciones antropogénicas (A).....	117
6.3.5. Fichas de patologías.....	119
6.4. Riesgos detectados para la conservación del yacimiento de "La Picola".	129
6.4.1. Riesgos relacionados con el agua.....	129
6.4.2. Riesgos relacionados con acciones antropogénicas .....	129

6.4.3. Riesgos relacionados con agentes meteorológicos.....	130
---	-----

7. DIAGNÓSTICO GENERAL.....	131
-----------------------------	-----

7.1. Análisis general del estado material y necesidades del BIC "La Picola" .....	131
---	-----

7.2. Análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) .....	135
--	-----

## **BLOQUE 2. PROGRAMA DE ACTUACIONES.....141**

8. ACTUACIONES PREVISTAS .....	142
--------------------------------	-----

8.1. Actuaciones jurídicas .....	144
----------------------------------	-----

8.2. Actuaciones urbanísticas.....	144
------------------------------------	-----

8.2.1. Fases I y II .....	145
---------------------------	-----

8.2.2. Fase III .....	146
-----------------------	-----

8.3. Actuaciones arqueológicas.....	146
-------------------------------------	-----

8.3.1. Fase I .....	146
---------------------	-----

8.3.2. Fase II .....	155
----------------------	-----

8.3.3. Fase III .....	156
-----------------------	-----

8.4. Actuaciones de conservación .....	157
--	-----

8.4.1. Fase I .....	157
---------------------	-----

8.4.2. Fases II y III.....	164
----------------------------	-----

8.5. Actuaciones arquitectónicas .....	165
--	-----

8.5.1. Fase I.....	165
--------------------	-----

8.5.2. Fases II y III.....	168
----------------------------	-----

8.6. Actuaciones de musealización y puesta en valor.....	170
--	-----

8.6.1. Fase I.....	170
--------------------	-----

8.6.2. Fases II y III.....	178
----------------------------	-----

8.7. Criterios de intervención del conjunto de actuaciones.....	179
---	-----

8.8. CAME.....	180
----------------	-----

8.8. Planificación temporal y económica.....	183
--	-----

## **BLOQUE 3. PLAN DE GESTIÓN.....185**

9. PLAN DE MANTENIMIENTO.....	186
-------------------------------	-----

9.1. Conceptos generales. Objetivos.....	186
--	-----

9.2. Definición de necesidades .....	186
--------------------------------------	-----

9.3. Mecanismos de control y planificación. Fichas de conservación .....	187
--	-----

9.4. Planificación de actuaciones.....	191
--	-----

9.5. Plan de actuación.....	192
-----------------------------	-----

10. PLAN DE GESTIÓN TURÍSTICA.....	194
------------------------------------	-----

10.1. Objetivos generales.....	194
--------------------------------	-----

10.3. Estímulo económico .....	196
--------------------------------	-----

10.4. Difusión cultural .....	197
-------------------------------	-----

10.5. Desarrollo sostenible .....	198
-----------------------------------	-----

10.6. Generación de nuevas oportunidades .....	199
--	-----

---

10.7. Revitalización de la comunidad .....	200
10.8. Integración de "La Picola" en el proyecto de musealización de Sant Pola.	201
10.9. Visibilidad social media .....	204
10.10. Autoevaluación y gestión de la calidad.....	206

#### **BLOQUE 4. DOCUMENTACIÓN Y BIBLIOGRAFÍA ..... 207**

11. BIBLIOGRAFÍA .....	208
12. PLANIMETRÍA.....	216
12.1. Planos Generales.....	217
12.2. Arqueología.....	224
12.3. Urbanismo.....	234
12.4. Arquitectura.....	237
12.5. Infraestructuras.....	242

## 6. ESTUDIO ARQUITECTÓNICO. ESTADO DE CONSERVACIÓN

Yolanda Spairani Berrio  
Jose Antonio Huesca Tortosa

### 6.1. Estudio de las restauraciones recientes

Durante la **década de 1980** se realizaron tareas de **consolidación y restauración** que se centraron de forma fundamental en las estructuras relacionadas con la cetaria. Aunque existen pocos datos sobre el proceso seguido para la consolidación de las estructuras intervenidas en estas primeras campañas, tanto por las imágenes conservadas en el archivo del Museo del Mar como por las estructuras que hemos podido estudiar detenidamente en el yacimiento, los criterios aplicados parecen respetar de una forma bastante óptima las bases establecidas en cartas de restauración como la "*Carta del Restauero de 1972*".



Figura 6.1. Teselado como medio separador entre la obra original y la añadida

Los elementos que no fueron consolidados y restaurados –estructuras, derrumbes y pavimentaciones exhumados en las primeras campañas arqueológicas– fueron **cubiertos con plástico film negro** para minimizar el crecimiento de la vegetación en el área excavada. Aquellas zonas que requerían una protección específica fueron **cubiertas con arena**, reduciendo el impacto de los agentes erosivos sobre los restos arqueológicos. Por lo tanto, en todos los casos se aplicaron **medidas de protección provisionales y reversibles**.

Posteriormente, durante las **campañas 2003-2004** se abordaron una serie de trabajos de **restauración y consolidación** de las estructuras que afectaron a varios puntos de la cetaria: Ambientes 20, 21, 22, 25 y 27.

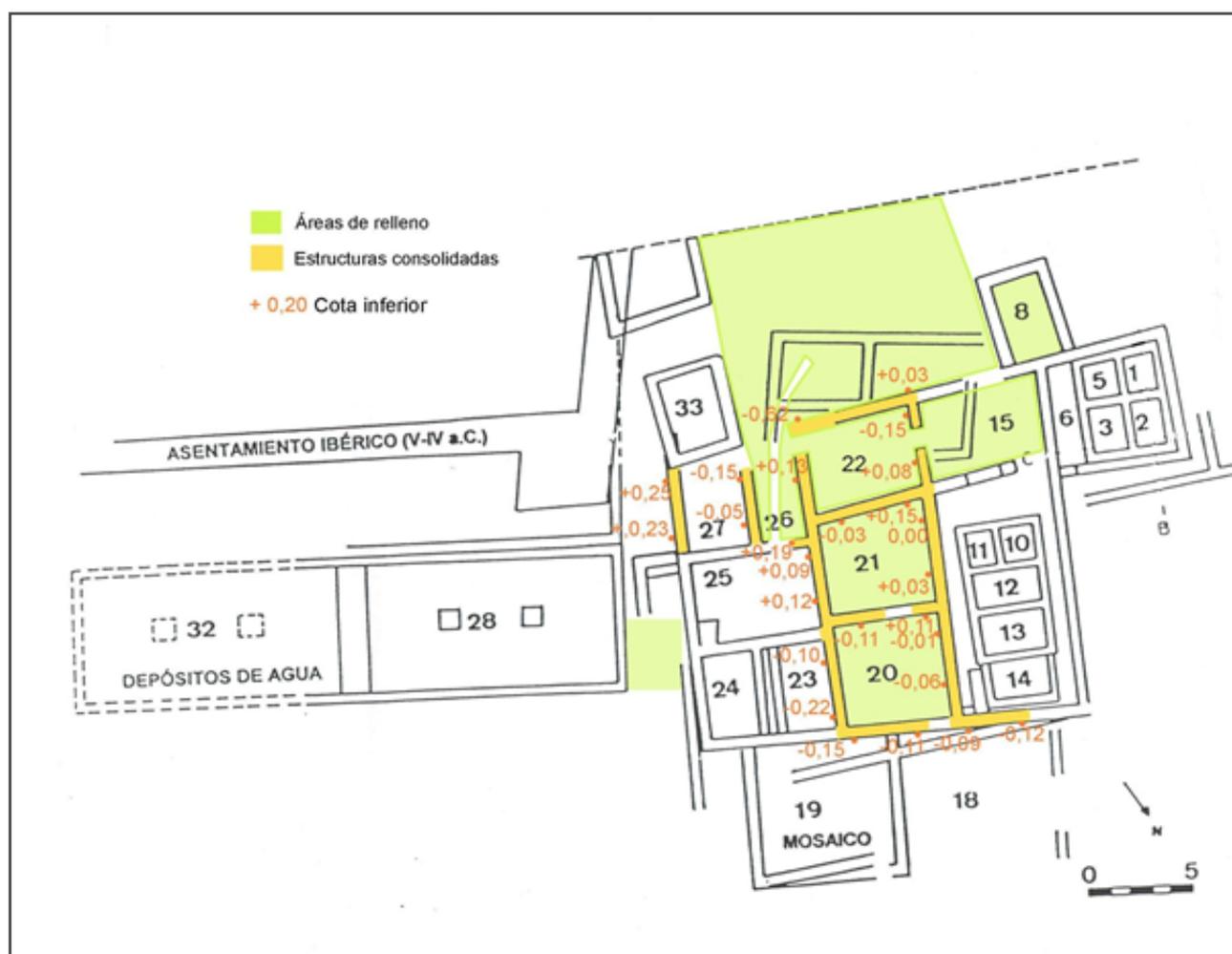


Figura 6.2. Zonas consolidadas durante la campaña 2004

Los trabajos se centraron en la **consolidación y restitución parcial de paramentos** en aquellos tramos donde no se conservaban restos. Para ello fueron empleadas **piedras del propio yacimiento** –preferentemente, procedentes del derrumbe de las propias estructuras– empleando tiras de geotextil para marcar la separación entre el original y la parte recrecida. La **trabazón** de los añadidos fue realizada mediante la aplicación de una **mezcla** elaborada con las siguientes proporciones:

- 25% de agua.

- 16'5% de cemento blanco de fuerza 42'5 R.
- 8'5% de tierra fina cribada extraída del propio yacimiento.
- 50% de arena fina.

Para el **llagueado** o juntas entre mampuestos de las zonas intervenidas se aplicó la siguiente **mezcla**:

- 22'2% de agua.
- 18'5% de cemento blanco de fuerza 22'5 R.
- 14'8% de tierra fina cribada extraída del propio yacimiento.
- 44'5% de arena fina.

Durante la realización de este proceso se fueron insertando **pequeñas plaquitas** que, a modo de marcador, permitiesen diferenciar la parte original de la restaurada. Los **recrecimientos** llevados a cabo en esta intervención no superaron en ningún caso la altura marcada bien por los niveles de la consolidación previa, bien por la altura máxima alcanzada por la estructura original.

## 6.2. Análisis descriptivo del estado actual

Los **sistemas constructivos empleados** en el yacimiento arqueológico de "La Picola" se corresponden con las tipologías habituales para estos elementos constructivos, según época de ejecución, donde las estructuras se resuelven mediante fábricas. En la **zona íbera** se empleó **aglomerante de barro** mientras que en las **fases romanas** se documenta el empleo de **morteros de cal**, cuyo espesor medio ronda el pie y medio. Los mampuestos empleados son heterogéneos en tamaño, forma y naturaleza, aunque predominan los de composición caliza. Esta predominancia queda perfectamente explicada por tratarse del tipo de piedra local y, por tanto, resultar accesible.



Figura 6.3. Fábricas de *opus caementicium* con morteros de cal con abundantes agregados de conchas (en rojo). También se puede apreciar cómo los mampuestos son heterogéneos, con predominancia de los irregulares pero con presencia de cantos rodados

En las construcciones romanas se usó **opus caementicium** con morteros de cal con áridos de granulometría media. Contiene una mezcla de arenas de cuarzo, calizas y agregados

orgánicos de conchas marinas (Figura 6.3), según se desprende del estudio y análisis realizados y mostrados en las fichas de este capítulo del Plan Director. Se han observado grandes fragmentos de cerámica incluidos en las construcciones de las fábricas.

En las construcciones en **contacto con líquidos**, caso del aljibe y de las balsas de decantación, se añadió cerámica triturada a los morteros y a los acabados interiores para mejorar la impermeabilización del vaso. El resultado es **opus signinum**, mortero hidráulico romano. En el aljibe se han encontrado **fragmentos de carbón** en la parte posterior del revestimiento, en la zona de contacto con el **opus caementicium** que sirve de estructura soporte. En este mismo elemento quedan vestigios de la lechada de cal usada como acabado interior. Su uso serviría para mejorar la impermeabilización y mejorar la salubridad, ya que generaba una superficie lisa muy poco porosa y por lo tanto más resistente al biodeterioro.

Las diferentes intervenciones realizadas en el tiempo, con el fin de **restaurar** y poner en valor algunas zonas del yacimiento, han incorporado materiales con **comportamientos diferentes a los originales** y que están generando degradaciones continuadas en el tiempo a los restos a conservar, tal y como se expondrá en el siguiente epígrafe.



Figura 6.4. Fábrica de *opus caementicium* recrecida. Muro E del Ambiente 9 de “La Picola”

### 6.2.1. Análisis constructivo del aljibe

Este elemento muestra singularidades constructivas debido al uso al que se destinaba, el acopio de agua (Figura 6.5). La estructura portante está formada por **opus caementicium** vertido sobre encofrado de cañizo (Figura 6.6 Izqda.).

La **sección constructiva** basada en los datos observados in situ, en los materiales analizados y en otros elementos constructivos semejantes presenta una secuencia (Figura 6.7) donde los muros de opus caementicium delimitan su perímetro. Sobre el **opus caementicium** que conforma la estructura muraria se colocó un **mortero de cal con agregados de carbón** (Figura 6.8) con algo de cerámica triturada para mejorar la impermeabilización.



Figura 6.5. Aspecto general del aljibe en la actualidad



Figura 6.6. Diferentes aspectos del aljibe. Izqda.: detalle de la fábrica donde se observa la impronta dejada por el encofrado de cañizo que usaron para levantar el muro. Centro: vista en planta del cordón sanitario. Dcha.: cordón sanitario SW con restos de lechada de acabado.



Figura 6.7. Esquema de sección constructiva del aljibe de "La Picola"

Sobre esta capa de apenas un centímetro se aplicó un **opus signinum** de unos 2,5 cm de espesor con fragmentos de cerámica de diverso tamaño, observándose algunos que superan 1 cm de lado. Sobre este revestimiento se aplicó una **lechada de cal** con áridos y cerámica pulverizada de aspecto muy homogénea y muy poco porosa.

### 6.2.2. Estudio y analítica de materiales

Tras llevar a cabo un primer examen de las distintas fábricas de "La Picola" se decidió efectuar el **estudio y análisis** de ciertos **materiales constructivos significativos** con los que se han ejecutado las diferentes construcciones del yacimiento arqueológico. Además de proporcionar información de valor sobre sus **características y alteraciones**, ayuda a comprender la **evolución constructiva** del conjunto. Ambos aportes son fundamentales para afrontar las propuestas de actuación del presente Plan Director.

Para ello, y teniendo en cuenta la evolución en el tiempo del yacimiento, se plantea un **muestreo de los diferentes materiales** observados in situ siguiendo las indicaciones y recomendaciones

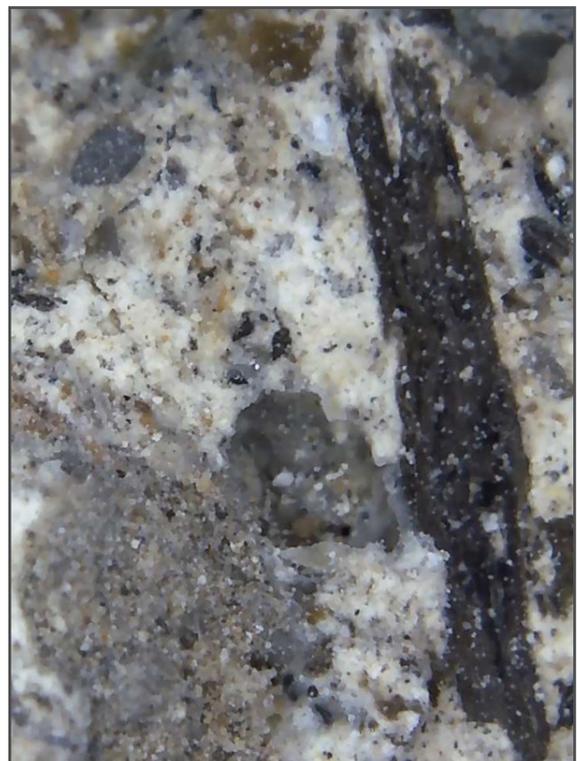


Figura 6.8. Observación con lupa de fragmento alargado de carbón insertado en el trasdós del opus signinum

de los organismos que tutelan el Patrimonio Edificado, como el Instituto de Patrimonio Cultural de España (IPCE) (Esbert Alemany y Losada Aranguren, 2003). Para la **caracterización litológica** se recomienda la **extracción de muestras** del propio monumento, recurriendo a los **elementos sueltos** o alterados que deban intervenir posteriormente, o tomando elementos arrumbados o de desechos que habitualmente quedan arrumbados en el propio yacimiento. En este caso, siguiendo dichas recomendaciones, se han tomado pequeños fragmentos sueltos. Dado que existen numerosos elementos pétreos arrumbados y desprendidos, se ha practicado una toma de muestras que ha minimizado el daño sobre los restos arqueológicos.

#### Metodología de trabajo seguida para la toma de muestras

La metodología de trabajo en el **estudio de materiales** de "La Picola" ha seguido los siguientes pasos:

- **Recopilación y análisis de datos históricos** previos sirviendo para determinar las posibles construcciones de diferentes etapas constructivas
- **Observación** minuciosa in situ de los diferentes tipos de **sistemas constructivos**, fábricas y materiales empleados y distinguibles a simple vista
- **Planificación de muestras a obtener** en función de los apartados anteriores
- **Planificación de ensayos** necesarios a realizar, previo conocimiento de las diferentes técnicas instrumentales a emplear y de los requisitos de preparación de las muestras para su posterior análisis o estudio. Esto ha determinado el tamaño y forma de las muestras obtenidas en el yacimiento
- **Obtención de muestras** con registro planimétrico y fotográfico de zona de toma o extracción
- **Realización de ensayos y/o analíticas**
- **Redacción de fichas descriptivas** con información gráfica y descriptiva, así como de los resultados obtenidos

#### Técnicas instrumentales planteadas para el estudio de las muestras

Para realizar la **caracterización de los pétreos** naturales y artificiales, **estudiar sus alteraciones** -así como para efectuar los diferentes **ensayos petrofísicos**- fueron empleados diversos aparatos e instrumentos **pertenecientes a**:

- Laboratorio de materiales del Departamento de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Alicante
- Laboratorio del Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente
- Servicios Técnicos de Investigación de la Universidad de Alicante (SSTI)

Se han empleado las siguientes técnicas para la caracterización pétrea y análisis de las muestras:

- **Láminas Delgadas (LD)** observadas en el **Microscopio petrográfico de polarización (MOP)**. El microscopio óptico se usa para **caracterizar los pétreos** naturales y artificiales, mediante la observación e identificación de **sustancias cristalinas** (minerales)

en los pétreos. De todos los ensayos es el más determinativo para identificar el tipo de pétreo natural y para determinar los áridos en los morteros. Para ello fue empleado un microscopio óptico de luz transmitida Zeiss Axioskop, con lupa Zeiss Stemi SV 6. y cámara fotográfica Photometrics Cool SNAP-CF. Las muestras -de dimensiones no inferiores a los 3 x 2,5 x 1 cm- requieren una preparación, fijándose a un portaobjetos de microscopio. En el caso del opus signinum y del opus caementicium las muestras se embuten con resinas que mejoran la adherencia interna de la muestra durante el corte y pulido. Finalmente, las muestras se lijan con diferentes abrasivos hasta obtener un espesor de 0.3 mm, espesor apropiado para poder observar los cristales en el microscopio. Se trata, por tanto, de un estudio semi-destructivo, ya que en el proceso se elimina parte de la muestra. Los aumentos medios a los que se han visto están entre 5 y 25 aumentos.

- **Difracción de Rayos X (DRX).** Esta técnica de Difracción de Rayos X (DRX) sirve para la identificación cualitativa de la composición mineralógica de muestras cristalinas. Fue empleado un equipo Bruker D8-Advance con espejo Göebel (muestras no planas) con cámara de alta temperatura (hasta 900°C), con un generador de rayos-x KRISTALLOFLEX K 760-80F (Potencia: 3000W, Tensión: 20-60KV y Corriente: 5-80mA) provisto de un tubo de RX con ánodo de cobre de los SSTI. La base de datos es de la ICDD (International Center for Diffraction Data). Se emplean pequeños fragmentos de entre 1 y 3 gramos, que en función de los que se pretenda analizar se puede realizar sobre una superficie de muestra o sobre muestra pulverizada previamente en laboratorio mediante empleo de mortero de ágata. Este procedimiento no resulta destructivo para la muestra.
- **Observación en el Microscopio electrónico de barrido (SEM y MAPPING).** Este tipo de microscopio permite obtener **imágenes digitales de gran resolución** llegando a conseguir miles de aumentos. Es un estudio no destructivo para la muestra, para el cual se emplea un microscopio electrónico de barrido de alta resolución con análisis por EDS marca Jeol modelo IT500HR/LA. Este microscopio está equipado con un cañón de emisión de campo, lo que proporciona una elevada resolución (1,5 nm a 30 kV, 4,0 nm a 1kV). Puede trabajar en un rango de voltaje desde 0,5 a 30 kV. Cuenta con un sistema de nanolitografía de haz de electrones (EBL) marca Raith modelo Elphy Quantum. Las muestras observadas tienen pequeño formato, aproximadamente cúbicas, inferiores a 1 cm<sup>3</sup>. Dependiendo del caso, se deben revestir previamente con platino para conducir los electrones, aunque también se plantea no revestir algunas muestras puesto que interesa obtener datos de composición -caso de pátinas y morteros-. Además, permite la realización de mapping de composición.
- **Observación mediante microscopio portátil (LUPA).** Se trata de un microscopio portátil hasta 1000 aumentos que permite obtener imágenes a color de la superficie estudiada. En este caso se ha empleado el modelo endoscopio con 8 LED Digital Microscopio Jiusion 40 A 1000 x con Mini cámara. Este estudio resulta destructivo para la muestra.

Listado de las muestras estudiadas del yacimiento de "La Picola" (Figura 6.9):

- **Muestra 1 (M1).** Opus signinum procedente del aljibe. Fragmento grande de color blanco con revestimiento superficial beige en pared este Ambiente 28. Se aprecia posible carbón y pequeños fragmentos de ladrillos triturados. DRX, LA, SEM, MAPPING, LUPA
- **Muestra 2 (M2).** Mortero con posible ceniza gris tras el revestimiento de aljibe (M1). Frag-

mento muy pequeño gris con posible carbón. DRX, SEM, MAPPING, LUPA

- **Muestra 3 (M3)**. Acabado del revestimiento del opus signinum con capa superior gris, en el aljibe Ambiente 28. Fragmento pequeño de color blanco con abundantes trozos de ladrillo. Se aprecia clastos oscuros y pequeños fragmentos de ladrillos triturados. DRX, SEM, MAPPING, LUPA
- **Muestra 4 (M4)**. Opus caementicium procedente del suelo del Ambiente 25. Pequeño fragmento (10 cm<sup>3</sup>) con muchos áridos redondeados, conchas y poco aglomerante, aparentemente de cal. DRX, SEM, MAPPING, LUPA
- **Muestra 5 (M5)**. Mortero de agarre de mampuestos en muro junto zona B del Ambiente 9. Muestra pulverulenta y de color beige-marrón. No hay ladrillos triturados. DRX
- **Muestra 6 (M6)**. Opus caementicium del muro zona B en el Ambiente 12. Pequeño fragmento (10 cm<sup>3</sup>) con muchos áridos redondeados, conchas y poco aglomerante, aparentemente de cal. Semejante a la muestra 4. DRX, SEM, MAPPING, LUPA
- **Muestra 7 (M7)**. Opus signinum del revestimiento de las balsas de decantación, en la zona superior del Ambiente 1. Fragmentos planos (20 cm<sup>3</sup>). DRX, LA, SEM, MAPPING, LUPA
- **Muestra 8 (M8)**. Mortero de muro de las balsas de decantación, en la zona superior del Ambiente 3. Fragmentos pequeños (10 cm<sup>3</sup>). DRX, SEM, MAPPING, LUPA
- **Muestra 9 (M9)**. Pétreo natural (mampuesto marrón en muro) del Ambiente 33. (800 cm<sup>3</sup>). DRX, LA, MAPPING, LUPA
- **Muestra 10 (M10)**. Pétreo natural gris (mampuesto) con restos rosáceos superficiales. (2000 cm<sup>3</sup>). DRX, LA, SEM, MAPPING, LUPA

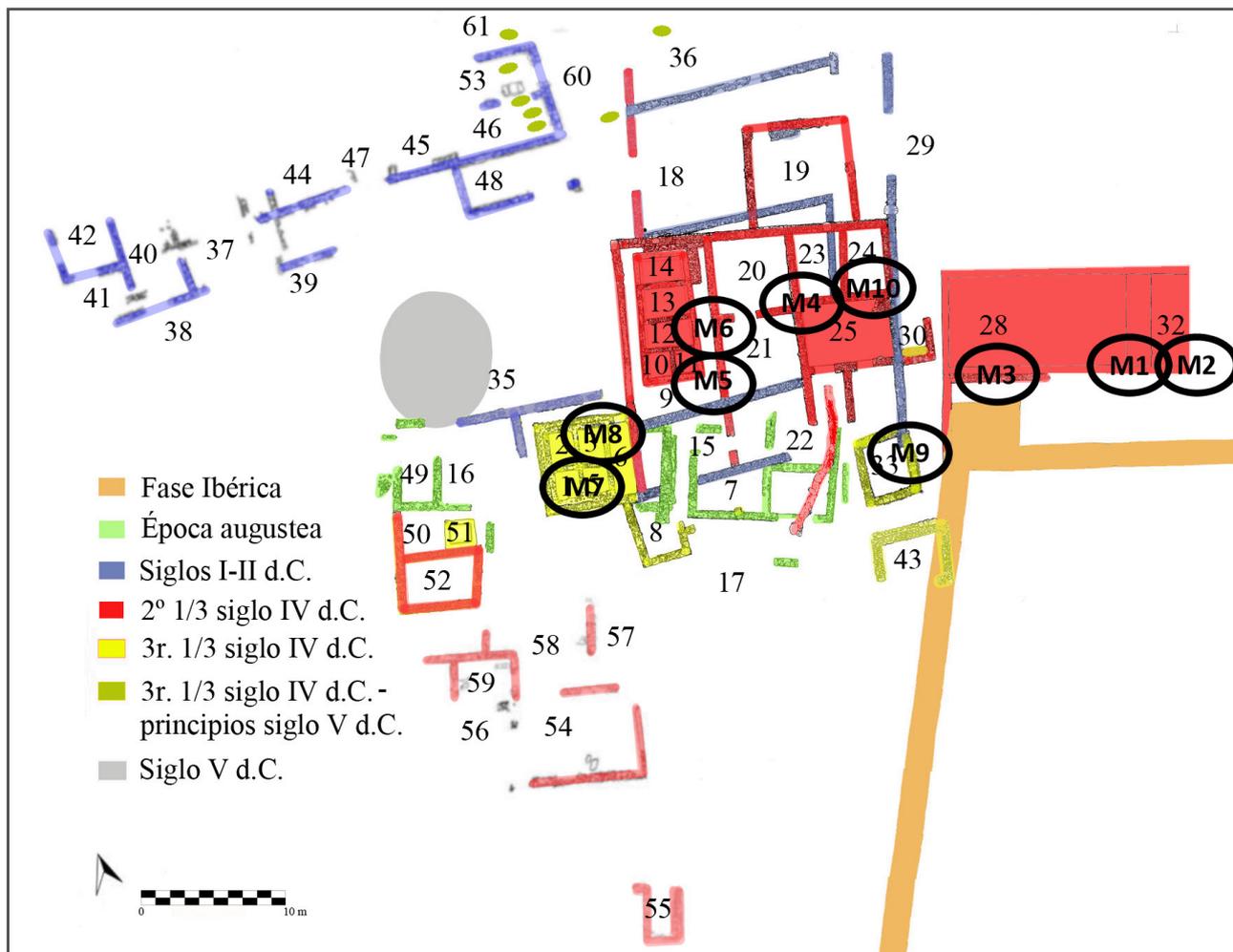
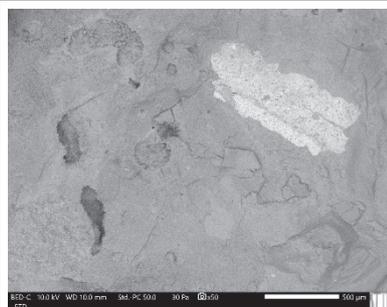


Figura 6.9. Ubicación en planta de las muestras estudiadas

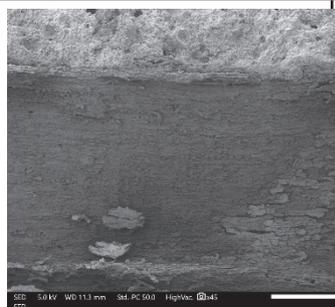
<b>M1</b>		<b>ESTUDIO DE MATERIALES</b>	
<b>Opus signinum</b> con lechada superficial		Aljibe: muro este. Ambiente 28	Estructura de <i>opus caementicium</i> con encofrado de cañizo y revestimiento de <i>signinum</i> con acabado de lechada
<b>Fotografías</b>			
Muestra	Entorno		
			
		 <p style="text-align: center;">ubicación de la muestra estudiada</p>	
<b>FOTOS LUPA</b>		<b>Descripción muestra:</b>	
	<p>Fragmento suelto de revestimiento de <i>opus signinum</i> de 3 cm de espesor medio con acabado de lechada de cal color beige de composición heterogénea con restos de biocolonización y tierra adherida.</p> <p><u>Se distinguen tres zonas</u>, la exterior es una capa fina de lechada de cal de espesor medio de unas 500 µm, la intermedia de unos 2 cm de espesor de mortero de cal con fragmentos de cerámica y áridos redondeados de tamaño y composición heterogéneas, y la parte posterior de unión con la fábrica que conforma la estructura del aljibe presenta clastos de carbón.</p> <p>El tamaño de los fragmentos de cerámica del <i>signinum</i> intermedio es mayor en la parte exterior.</p>		
	<p style="text-align: left;">zona interna con carbón      zona externa con lechada</p>		
Estudios realizados:			
X	LUPA interior, exterior		
X	SEM interior, exterior		
X	MAPPING		
X	DRX		
X	LÁMINA DELGADA		

**SEM**

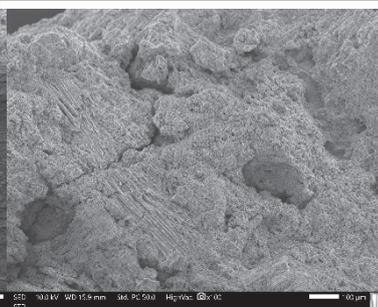
**Descripción:** Se ha observado con diferentes aumentos las muestras sin revestir en las que se han efectuado análisis puntuales y estudio de composición mediante mapping. Posteriormente se han recubierto con platino para obtener imágenes de mayor resolución (segunda y tercera microfotografía).



Microfotografía a 50 aumentos. Se observan fragmentos de cerámica. Zona intermedia del revestimiento.



Microfotografía a 45 aumentos. Detalle de carbón insertado en la parte de mortero en contacto con el opus caementicium de la fábrica que soporta el aljibe.

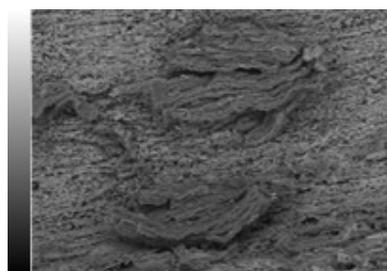


Microfotografía a 500 aumentos. Se observan áridos redondeados con mortero de cal y trazas de carbón. Zona iposterior del revestimiento.

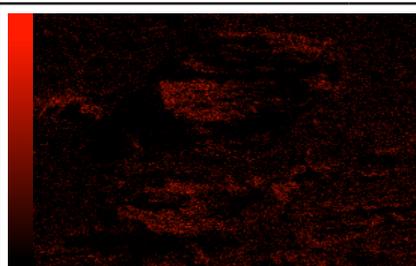
**MAPPING. Zona interfaz con opus caementicium de fábrica estructural**

Se han estudiado las diferentes partes del signinum. La capa interior en contacto con la fábrica estructural de soporte ha resultado ser mortero de cal con poca presencia de cerámica y fragmentos de carbón (zonas con C (en rojo) en el mapping inferior). Presencia de sales con sodio, cloro y magnesio tal y como se observa en el mapping siguiente.

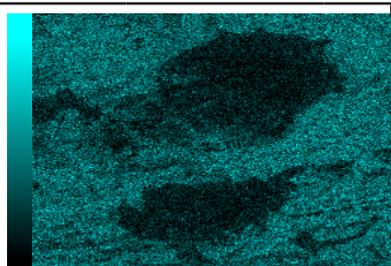
Parte posterior en contacto con fábrica



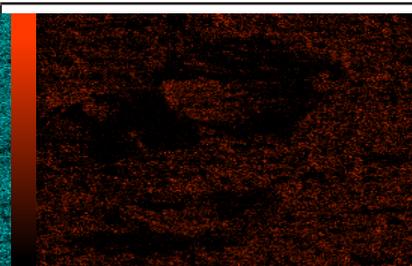
- C-K
- O-K
- Na-K
- Mg-K
- Si-K
- P-K
- S-K
- Cl-K
- Ca-K



C



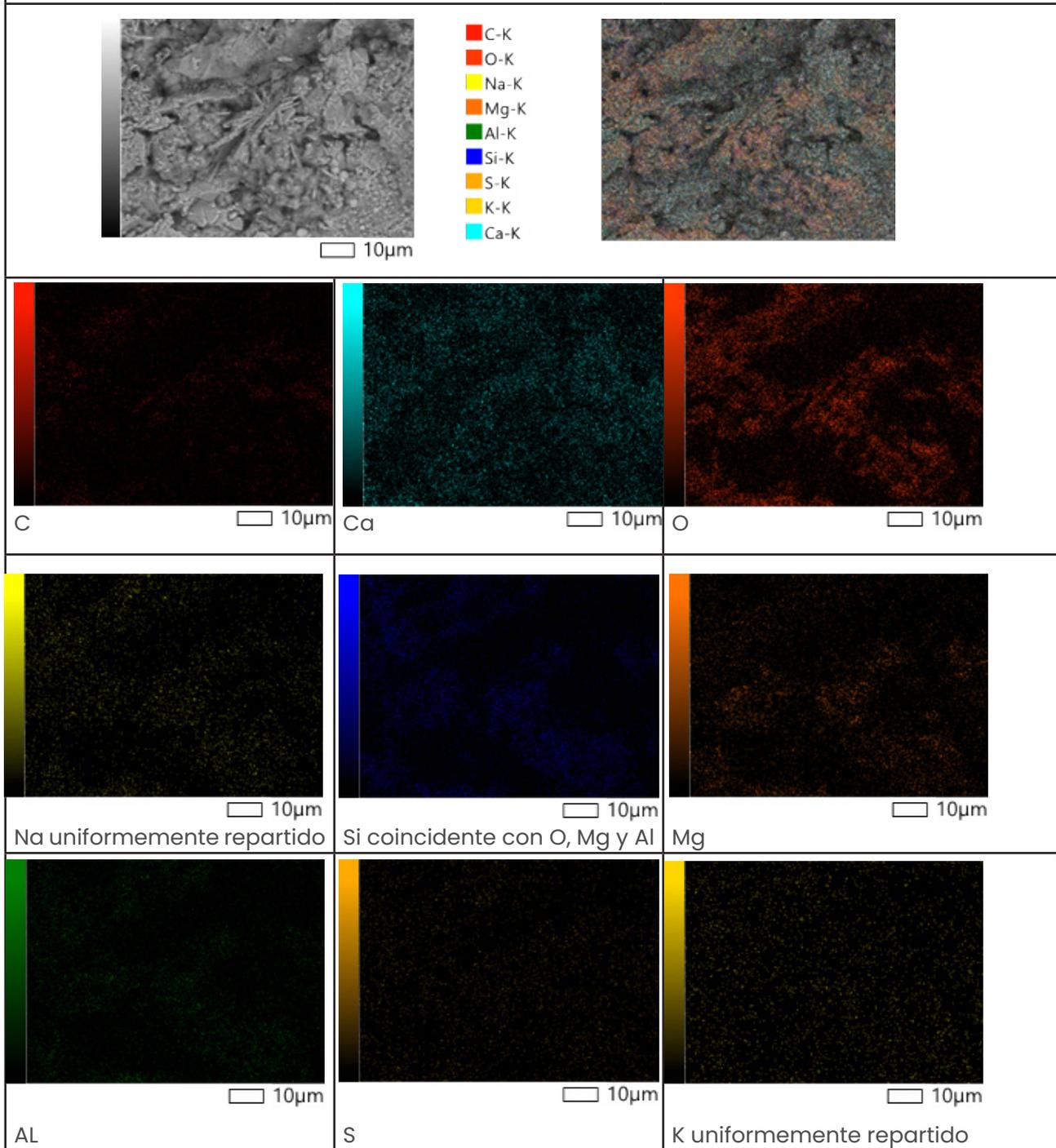
Ca



O

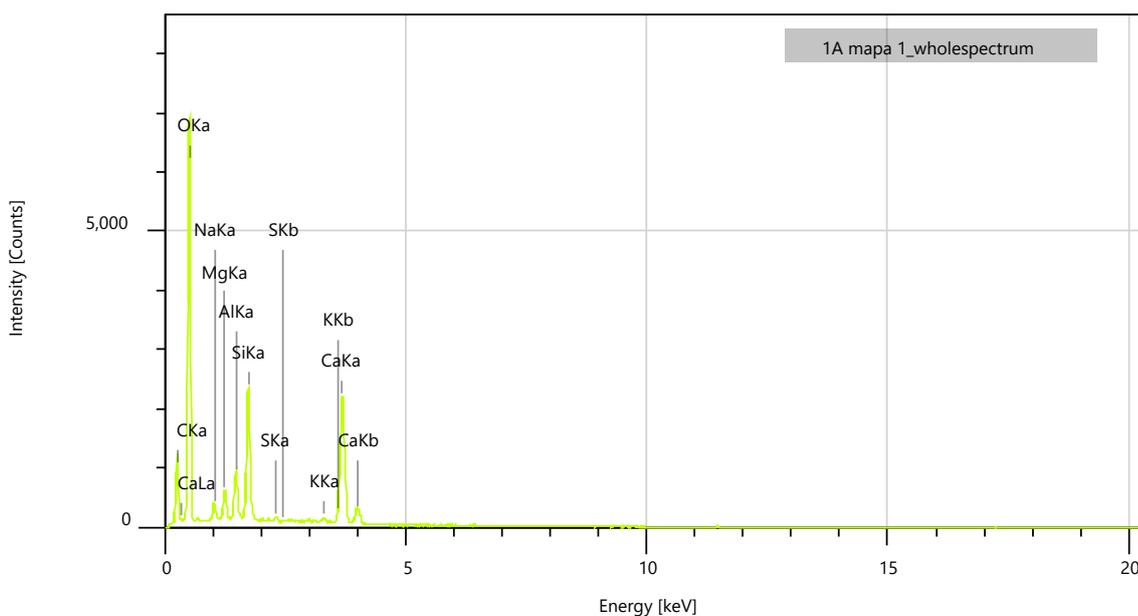
**MAPPING. Zona media del revestimiento de *opus signinum***

La zona central ha resultado ser *opus signinum* con presencia de cerámica (coincidente con el Si y Al) con áridos redondeados. Presencia de sales con azufre, sodio y magnesio tal y como se observa en el mapping siguiente. *\*las zonas sin colorear se deben a que la muestra no es plana y el fondo no se ha podido analizar.*



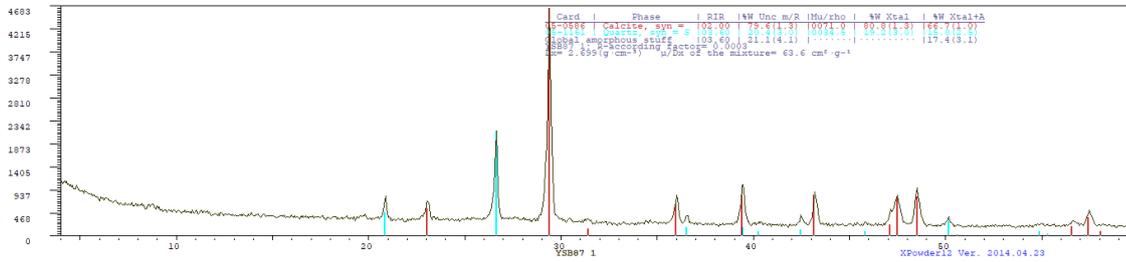
Análisis de la zona recogida en el mapping anterior. Predominan el **calcio** (que corresponde al mortero de cal) y el **silicio** de los áridos y cerámica. El Si aparece en algunas zonas junto al aluminio como componentes principales de la cerámica. Hay presencia de sodio, magnesio, potasio y azufre que corresponden principalmente a sales.

Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	6.13±0.03	10.74±0.06
O	K	45.85±0.18	60.30±0.24
Na	K	0.96±0.03	0.87±0.03
Mg	K	<b>1.63±0.03</b>	1.41±0.03
Al	K	<b>2.84±0.05</b>	2.21±0.04
Si	K	<b>9.09±0.08</b>	6.81±0.06
S	K	0.44±0.02	0.29±0.02
K	K	0.84±0.05	0.45±0.03
Ca	K	<b>32.23±0.23</b>	16.92±0.12
Total		100.00	100.00
1A mapa 1_ wholespectrum		Fitting ratio 0.1066	

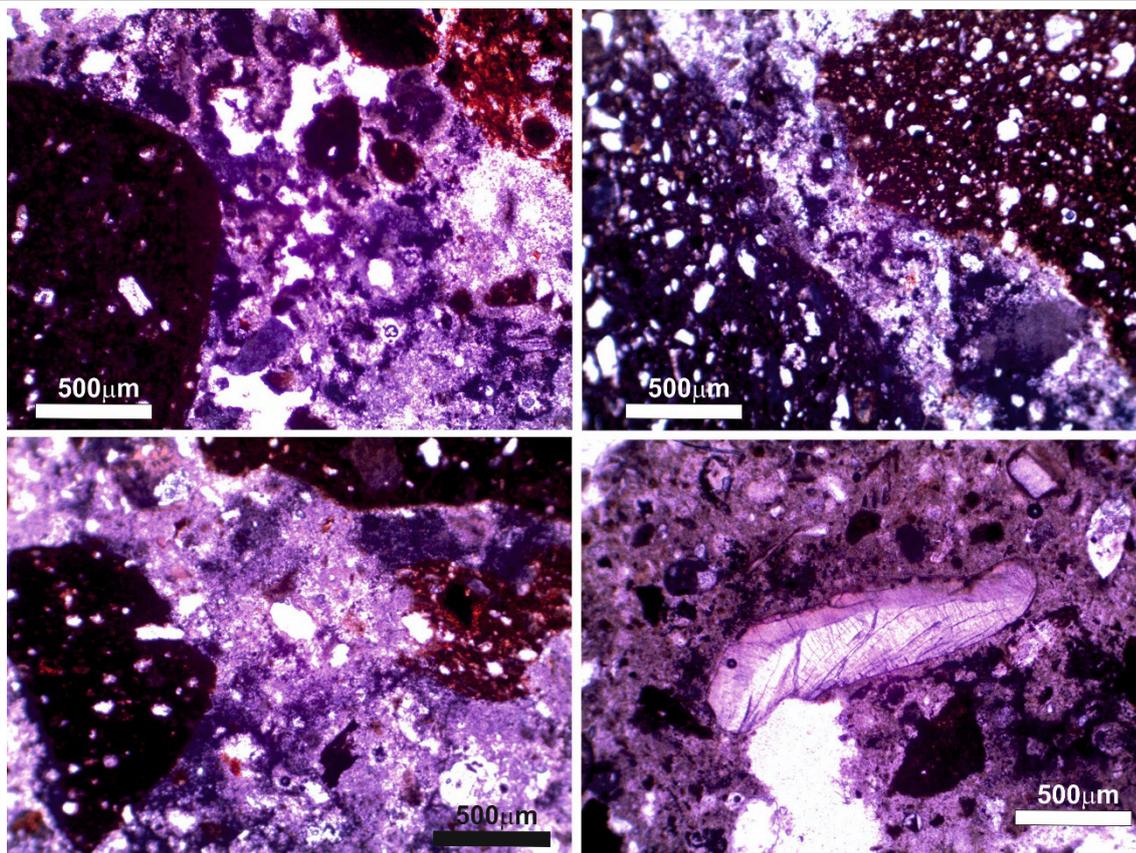


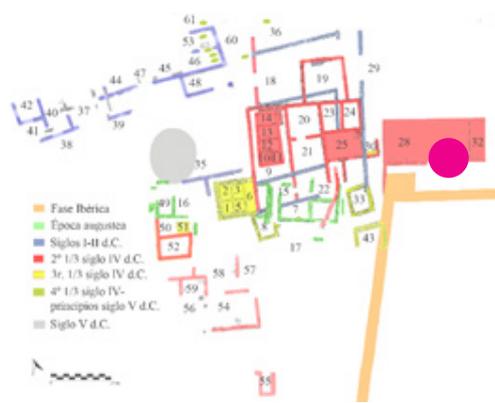
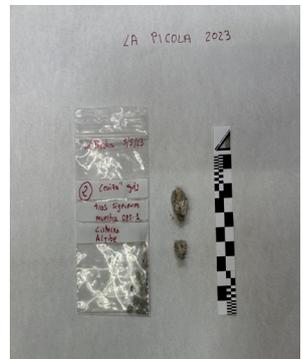
**DRX**

La composición principal es **calcita** (81%) (picos en rojo en el difractograma inferior) y **cuarzo** (19%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, se trata de mortero de cal con áridos de cuarzo, propios de arenas. Cabe indicar que el análisis drx no puede aportar información sobre fases vítreas de las cerámicas ni de otros elementos orgánicos, por ello no aparecen en el difractograma, aunque se ha apreciado su existencia en el SEM y MAPPING.

**LÁMINAS DELGADAS (1)**

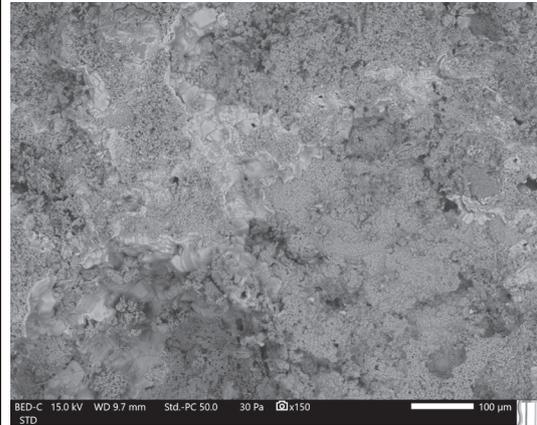
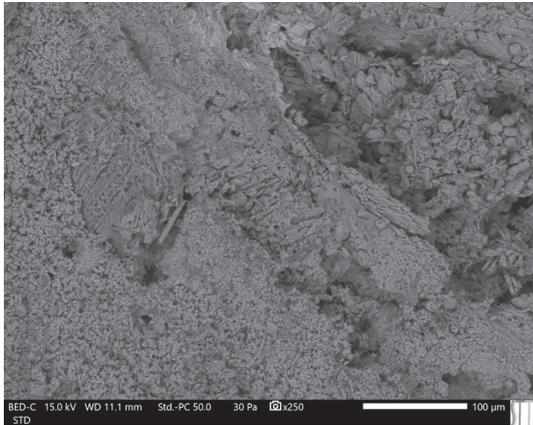
Por interpretar



<b>M 2</b>		<b>ESTUDIO DE MATERIALES</b>	
<b>Mortero con cenizas</b> tras <i>opus signinum</i>		Aljibe. Muro oeste Ambiente 28	Estructura de opus caementicium con encofrado de cañizo y revestimiento de <i>sig-ninum</i> con acabado de lechada
<b>Fotografías</b>		 <p>ubicación de la muestra estudiada</p>	
 <p>Muestra</p>	 <p>Entorno</p>		
<b>FOTOS LUPA</b>		<p><b>Descripción muestra:</b></p> <p>Dos fragmentos pequeños de mortero de la interfaz entre el revestimiento de <i>opus signinum</i> y la fábrica de opus caementicium que conforma la estructura de soporte del aljibe.</p> <p>Dimensiones de las muestras: 2x3 cm y 1,5x1,5 cm, de mortero de cal color claro con abundantes incrustaciones de color negro como se observa en las fotografías con la lupa, (tras su análisis se ha confirmado que se trata de carbón).</p> <p>Las muestras presentan restos de biocolonización y tierras adheridas.</p> <p>Los áridos son redondeados y de aspecto cristalino. La proporción entre el aglomerante de cal respecto a los clastos de carbón y áridos es del 50%.</p> <p>Se observan degradaciones por efecto de sales.</p>	
X X X X	<p style="text-align: center;">Estudios realizados:</p> <p>LUPA interior</p> <p>SEM interior</p> <p>MAPPING</p> <p>DRX</p> <p>LÁMINA DELGADA</p>		

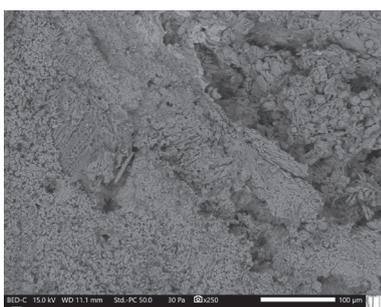
**SEM**

**Descripción:** Se ha observado con diferentes aumentos las muestras sin revestir en las que se han efectuado análisis puntuales y estudio de composición mediante mapping. Posteriormente se han recubierto con platino para obtener imágenes de mayor resolución.

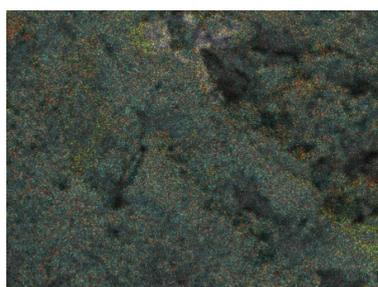
**MAPPING**

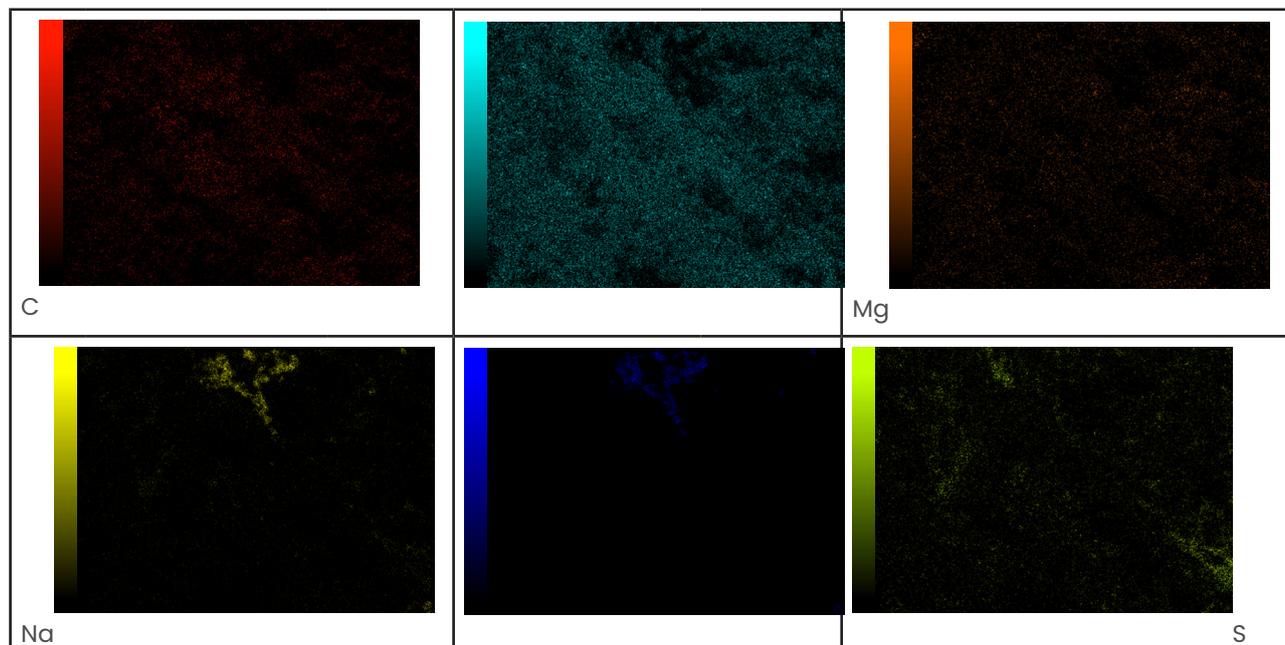
Se ha observado que predomina el calcio con abundantes zonas de carbono. Esto indicaría que se trata de mortero de cal con poca presencia de cerámica (aparece poco silicio y muy repartido) y abundantes fragmentos de carbón (zonas con C (en rojo) en el mapping) la cal está muy unida al carbón entrelazándose. Abundante presencia de sales con sodio, cloro y magnesio tal y como se observa en el mapping siguiente. Hay azufre que puede corresponder a yesos de alteración.

Parte posterior en contacto con fábrica



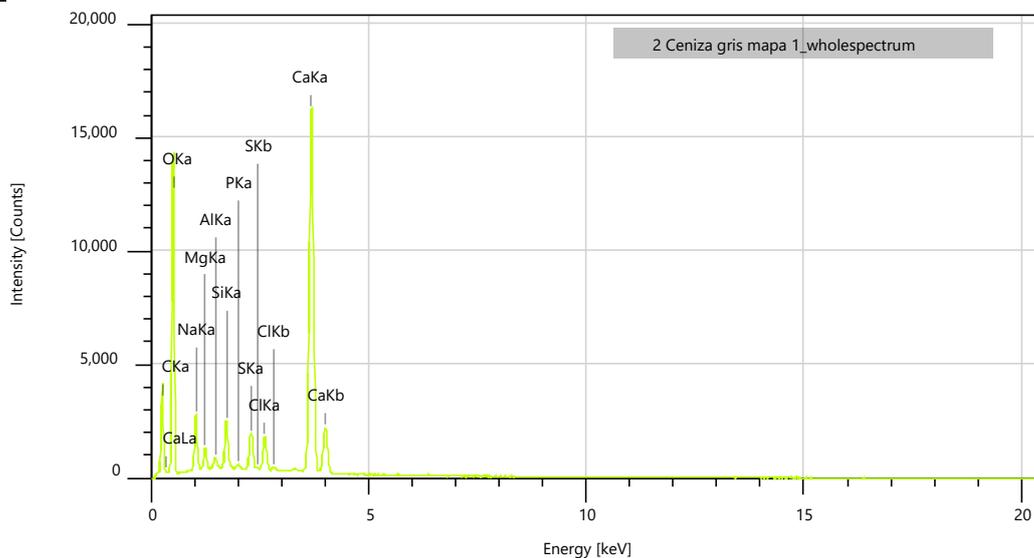
C-k





Análisis de la zona recogida en el mapping anterior que coincide con la parte de mortero de cal. Predomina el calcio y el carbono que son los componentes principales del mortero de cal y el carbono del carbón, con presencia de sodio, magnesio, silicio, azufre y cloro que corresponden principalmente a sales que han contaminado el mortero.

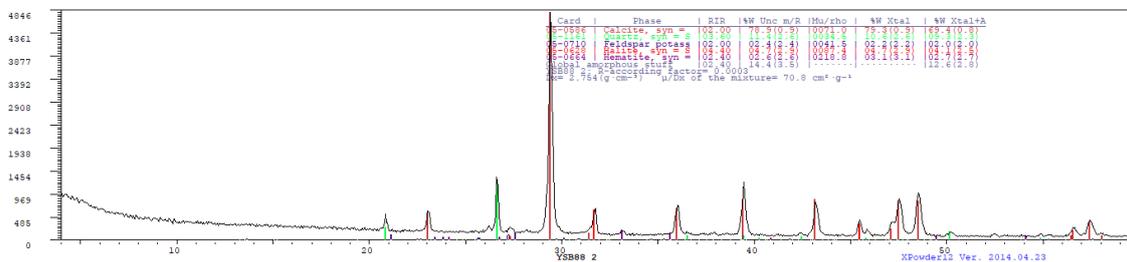
Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	<b>8.62±0.03</b>	14.68±0.05
O	K	47.36±0.13	60.55±0.17
Na	K	3.05±0.03	2.72±0.02
Mg	K	0.88±0.01	0.74±0.01
Al	K	0.41±0.01	0.31±0.01
Si	K	1.78±0.02	1.30±0.01
S	K	<b>1.79±0.02</b>	1.14±0.01
Cl	K	1.94±0.02	1.12±0.01
Ca	K	<b>34.16±0.09</b>	17.43±0.05
Total		100.00	100.00
2 Ceniza gris mapa 1_wholespectrum		Fitting ratio 0.0716	



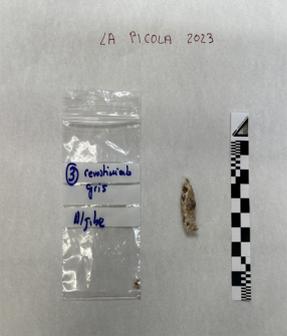
## DRX

La composición principal es **calcita** (79%) (picos en rojo en el difractograma inferior) y **cuarzo** (11%), aparecen **feldespatos** (2%) y **hematites** (3%) y sales en forma de **halita** (5%) Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, se trata de mortero de cal con áridos de cuarzo y fragmentos de cerámica. La cerámica suele tener desgrasantes de calcita y cuarzo además de hematites.

El elevado porcentaje de halita se debe a la humedad de ascensión capilar con elevado contenido en sales. Cabe indicar que el análisis drx no puede aportar información sobre fases vítreas de las cerámicas ni de otros elementos orgánicos, por ello no aparecen en el difractograma, aunque se ha apreciado su existencia en el SEM y MAPPING.

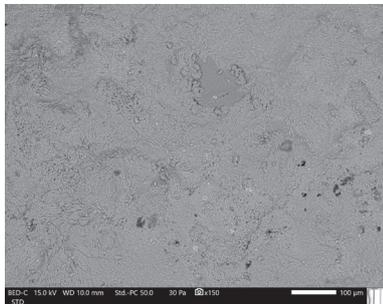




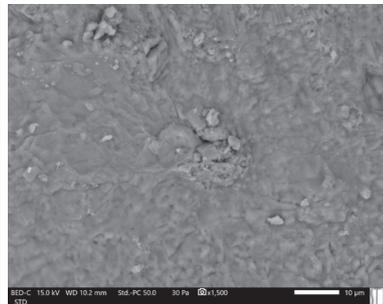
<b>M 3</b>		<b>ESTUDIO DE MATERIALES</b>	
<b>Revestimiento</b> gris-beige sobre <i>sig-ninum</i>	Aljibe Muro sur Ambiente 28	Estructura de opus caementicium con encofrado de cañizo y revestimiento de <i>sig-ninum</i> con acabado de lechada	
<b>Fotografías</b>		 <p style="text-align: center;">ubicación de la muestra estudiada</p>	
 <p style="text-align: center;">Muestra</p>	 <p style="text-align: center;">Entorno</p>		
<b>Fotos LUPA interior y borde</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>		<b>Descripción muestra:</b> Fragmento pequeño de revestimiento de <i>opus signinum</i> del aljibe. Dimensiones de 3,5x2x0,6 cm de color beige con zonas grises con abundantes incrustaciones de pequeños fragmentos de cerámica y áridos heterogéneos redondeados con diámetro inferior medio a las 500 µm, cerámica pulverizada y con restos de biocolonización en la superficie. El material es muy compacto sin apenas porosidad a excepción de la producida por desprendimientos de áridos de la muestra.	
X X X X	<b>Estudios realizados:</b> LUPA interior SEM interior MAPPING DRX LÁMINA DELGADA		

**SEM**

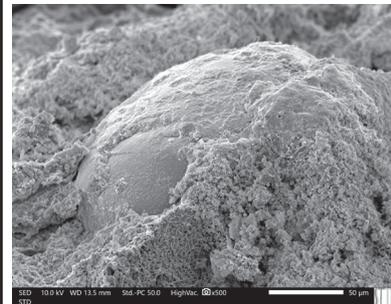
**Descripción:** Se ha observado con diferentes aumentos las muestras sin revestir (las dos primeras) en las que se han efectuado análisis puntuales y estudio de composición mediante mapping. Posteriormente se han recubierto con platino para obtener imágenes de mayor resolución (tercera microfotografía con detalle de árido redondeado).



Microfotografía a 150 aumentos de la superficie exterior lisa del revestimiento. Se aprecia que apenas existen poros.



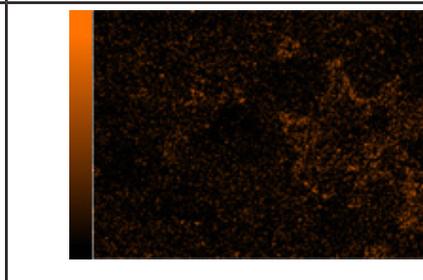
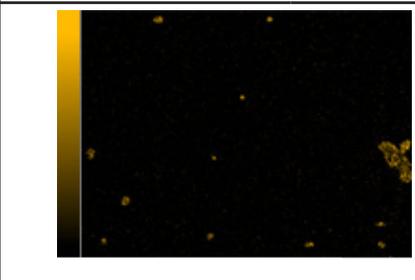
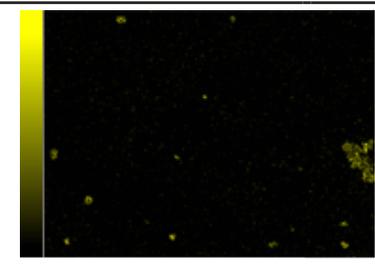
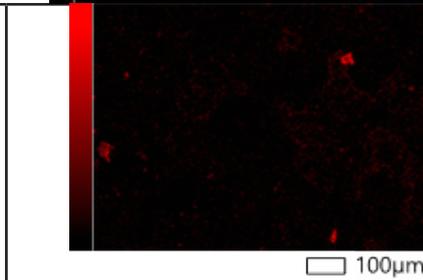
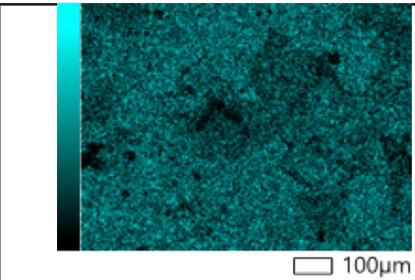
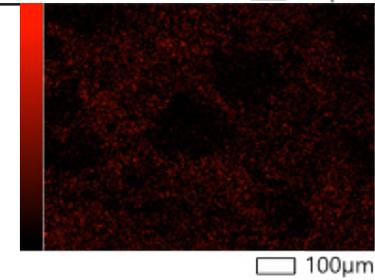
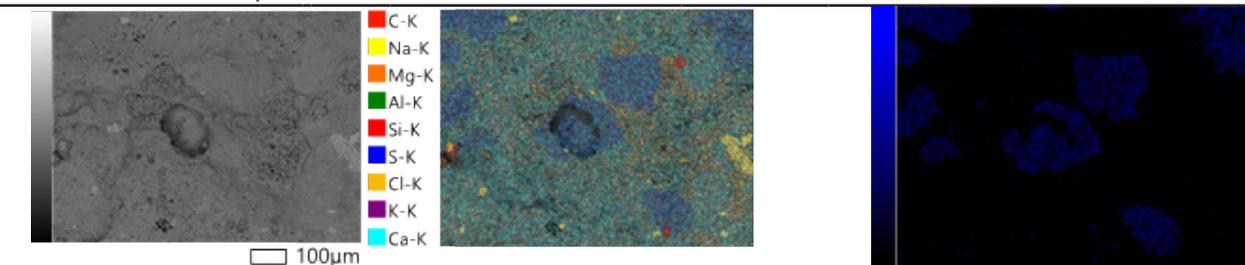
Microfotografía a 1500 aumentos. Detalle de la fotografía anterior donde se aprecia la superficie extremadamente lisa y sin poros.



Microfotografía a 500 aumentos de la parte posterior del revestimiento en la zona de adhesión al *opus signinum*. Se observa un árido redondeado muy bien adherido a la cal y zonas con sales.

**MAPPING**

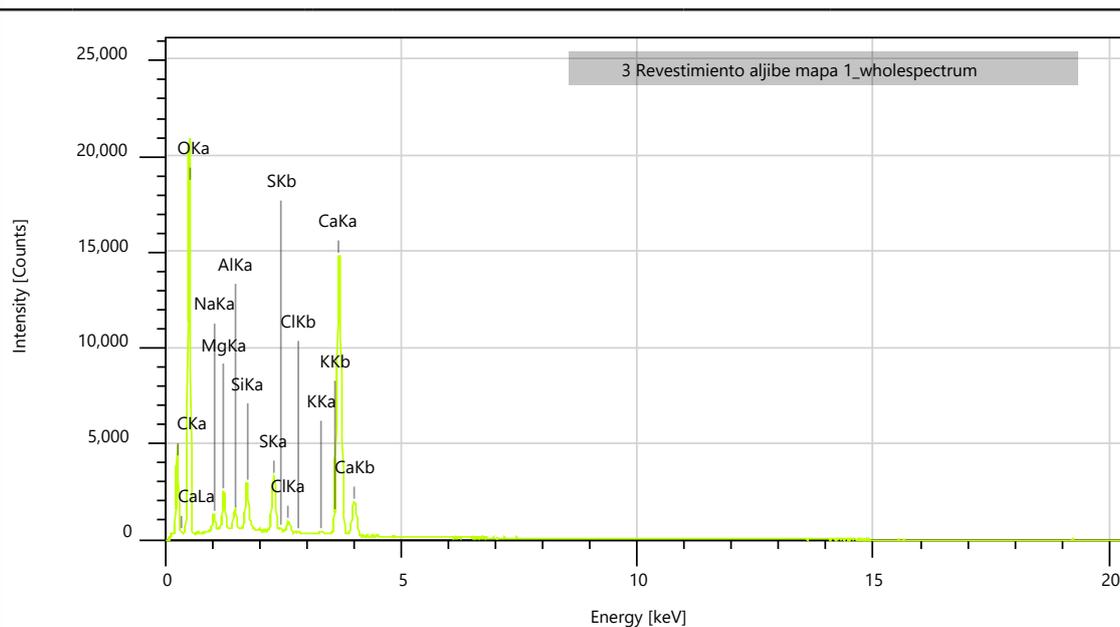
Se ha observado que predomina el calcio con abundantes elementos repartidos homogéneamente. Esto indicaría que se trata de lechada de cal con arenis muy finas y presencia de cerámica (aparece poco silicio muy repartido) y abundantes zonas con sales y posibles yesos por alteración en la superficie (en azul cobalto).



Análisis de la zona recogida en el mapping anterior que coincide con la parte exterior del revestimiento del aljibe. Predomina el calcio con algo de silicio que son los componentes principales del mortero de cal con cerámica. Hay presencia de azufre probablemente en forma de yesos de alteración superficial, con presencia de sodio, magnesio, y cloro que corresponden principalmente a sales que han contaminado el revestimiento.

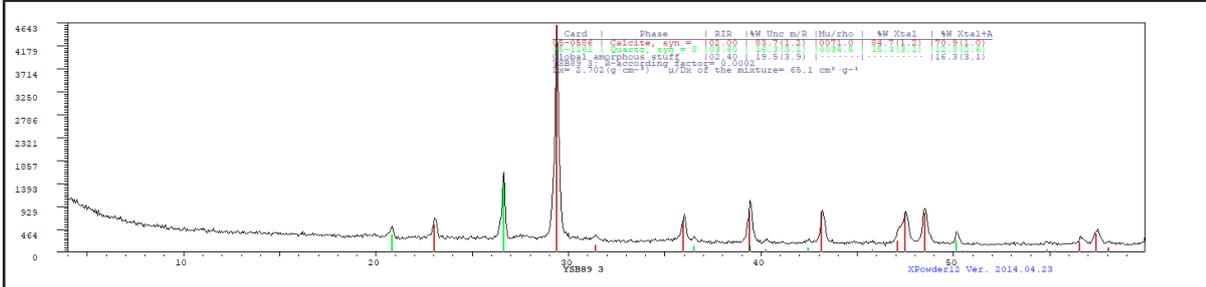
Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	9.24±0.03	14.91±0.04
O	K	54.10±0.12	65.56±0.15
Na	K	0.97±0.02	0.82±0.01
Mg	K	<b>1.60±0.02</b>	1.28±0.01
Al	K	0.78±0.01	0.56±0.01
Si	K	<b>1.83±0.02</b>	1.27±0.01
S	K	<b>2.84±0.02</b>	1.72±0.01
Cl	K	0.68±0.01	0.37±0.01
K	K	0.22±0.01	0.11±0.01
Ca	K	<b>27.73±0.08</b>	13.41±0.04
Total		100.00	100.00

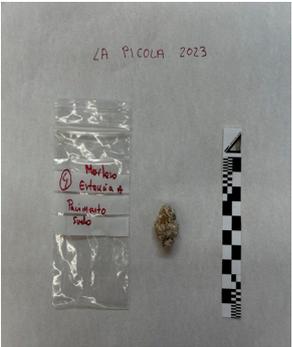
3 Revestimiento aljibe mapa 1\_who-lespectrum Fitting ratio 0.0871

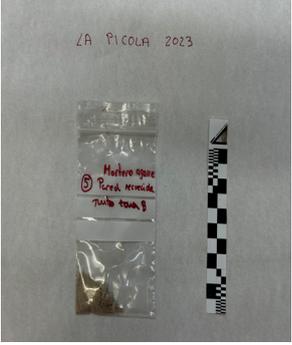
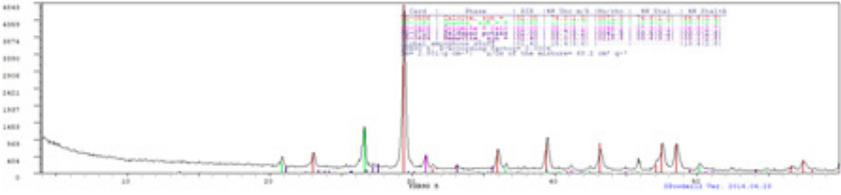


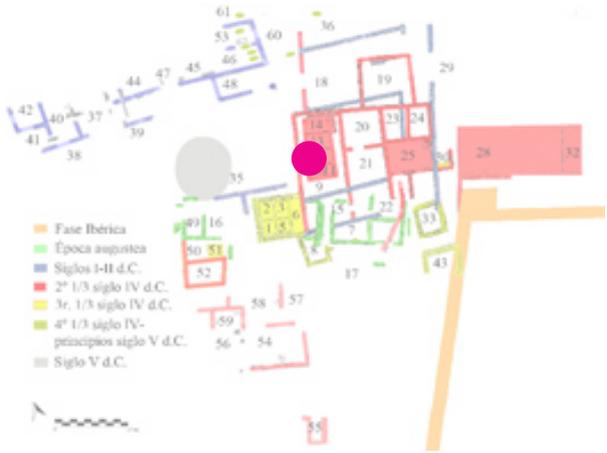
**DRX**

La composición principal es **calcita** (85%) (picos en rojo en el difractograma inferior) y **cuarzo** (15%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, se trata de mortero de cal con áridos muy finos de cuarzo. La composición también puede corresponder con cerámica triturada.



<b>M 4</b>		<b>ESTUDIO DE MATERIALES</b>	
<b>Pavimento</b> mortero de cal		Ambiente 25 zona norte	Pavimento formado por capa gruesa de mortero de cal con grandes áridos heterogéneos, cerámica triturada y clastos orgánicos (conchas)
<b>Fotografías</b>			
 <p style="text-align: center;">Muestra</p>	 <p style="text-align: center;">Entorno</p>	 <p style="text-align: center;">ubicación de la muestra estudiada</p>	
<b>Fotos LUPA</b>		<b>Descripción muestra:</b>	
		<p>Fragmento pequeño de pavimento de <i>opus caementicium</i>.</p> <p>Dimensiones de la muestra: 3,5x2x1,5cm de aspecto heterogéneo predominando el color beige, con zonas de color blanco y negro.</p> <p>Numerosos áridos redondeados de diferente naturaleza y diferentes tamaños. En otras zonas del pavimento se han observado fragmentos cerámicos de tamaños inferiores a los 2 cm.</p> <p>Mortero con poca proporción de aglomerante respecto a los áridos.</p>	
X	Estudios realizados: LUPA interior SEM interior MAPPING DRX LÁMINA DELGADA	<p>Trazas de cerámica de pequeño tamaño en el aglomerante. El aglomerante de cal está muy bien adherido a los áridos.</p> <p>Restos de biocolonización y sales.</p>	

<b>M 5</b>		<b>ESTUDIO DE MATERIALES</b>	
<b>Mortero de agarre de opus caementicium</b>		Muro este Ambiente 9	Fábrica de <i>opus caementicium</i> con mampuestos de pequeño tamaño y composición heterogénea
<b>Fotografías</b>		 <p style="text-align: center;">ubicación de la muestra</p>	
 <p style="text-align: center;">Muestra</p>	 <p style="text-align: center;">Entorno</p>		
<p><b>Descripción muestra:</b></p> <p>Fragmento pulverulento de mortero de cal original ubicado bajo zona recrecida.</p> <p>Dimensiones de la muestra: 3,5x2x0,6 cm de color beige con áridos finos heterogéneos redondeados con diámetro inferior a las 300 µm.</p>			
X	<b>Estudios realizados:</b>		
	DRX		
<p><b>DRX</b></p> <p>La composición principal es <b>calcita</b> (75%) (picos en rojo en el difractograma inferior), <b>cuarzo</b> (10%), <b>dolomita</b> (8%), <b>hematites</b> (4%) y <b>feldespatos potásicos</b> (3%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, se trata de mortero de cal con áridos de cuarzo y de dolomías, con probable aporte de cerámica triturada. Cabe indicar que el análisis drx no puede aportar información sobre fases vítreas de las cerámicas.</p>			
			

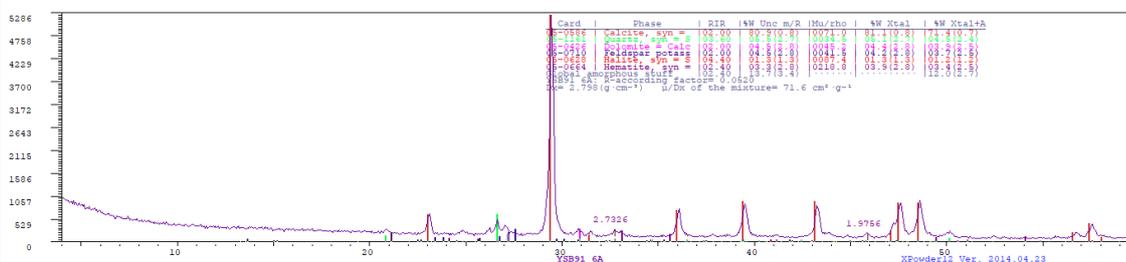
<b>M 6</b>		<b>ESTUDIO DE MATERIALES</b>	
<b>Mortero</b> de <i>opus caementicium</i>		Ambiente 12 Muro este	Fábrica de <i>opus caementicium</i> con mampuestos de tamaño medio heterogéneos y presencia de conchas
<b>Fotografías</b>		 <p style="text-align: center;">ubicación de la muestra estudiada</p>	
 <p style="text-align: center;">Muestra</p>	 <p style="text-align: center;">Entorno</p>		
<b>Fotos LUPA interior y borde</b>		<b>Descripción muestra:</b>	
 		<p>Fragmento pequeño de mortero de agarre de fábrica.</p> <p>Dimensiones de la muestra de 5x3x1,5 cm de color beige extremadamente heterogénea con abundantes áridos heterogéneos en cuanto a tamaño, forma y naturaleza. Formas redondeadas en general con diámetro inferior a 0,8 cm, presencia de clastos de origen orgánico.</p> <p>El material es compacto visto con lupa con una buena unión entre áridos y aglomerante de cal, aunque la superficie está muy degradada. Predominan los áridos respecto al aglomerante de cal.</p> <p>Muestra alteración por sales y restos de biocolonización en la superficie.</p>	
<b>Estudios realizados:</b>			
X	LUPA interior		
X	SEM interior		
X	MAPPING		
X	DRX		
X	LÁMINA DELGADA		

**DRX**

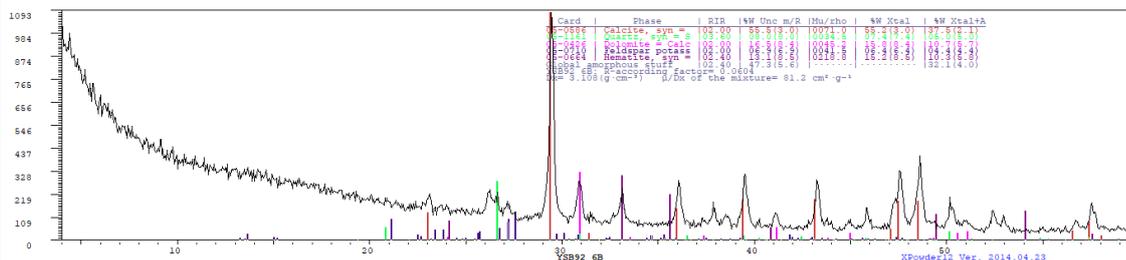
**Descripción:** Se han separado los áridos y el aglomerante para su análisis por separado.

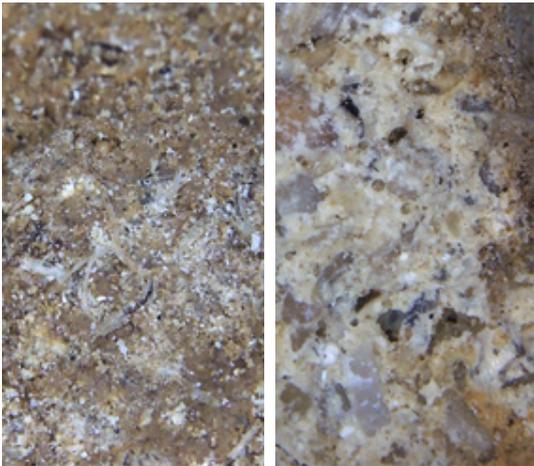
**DRX aglomerante**

La composición principal es **calcita** (81,1%) (picos en rojo en el difractograma inferior), **cuarzo** (5,1%), **dolomitas** (4,4%), **feldespatos potásicos** (4,2%), **hematites** (3,9%) y halita en un (1,3%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, se trata de mortero de cal con áridos de cuarzo y de dolomías, con probable aporte de cerámica triturada y alteraciones de halita. Cabe indicar que el análisis drx no puede aportar información sobre fases vítreas de las cerámicas.

**DRX áridos**

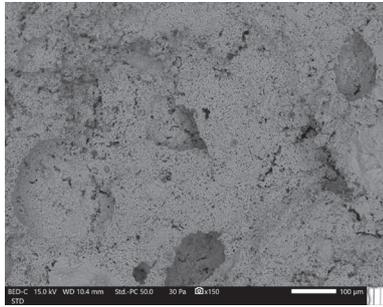
La composición principal es **calcita** (55,2%) (picos en rojo en el difractograma inferior), **dolomitas** (15,8%), **hematites** (15,2%), **cuarzo** (7,4%) y **feldespatos potásicos** (6,4%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, predominan los áridos calizos y de dolomías con cierto contenido en áridos de cuarzo. Existencia de cerámica triturada, aproximadamente un (1/5) del total de los clastos empleados en el mortero.



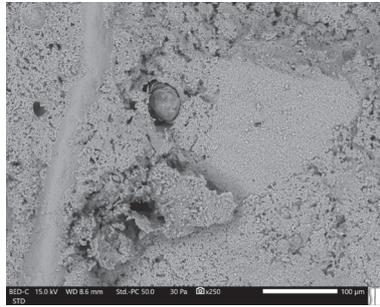
M 7		ESTUDIO DE MATERIALES	
Revestimiento balsa	Ambiente 1 Muro sur	<i>Opus signinum</i> de áridos finos heterogéneos	
<b>Fotografías</b>			
		 <p>ubicación de la muestra estudiada</p>	
Muestra	Entorno		
<b>Fotos LUPA exterior y fractura "fresca"</b>		<b>Descripción muestra:</b>	
		<p>Varios pequeños fragmentos de revestimiento de <i>opus signinum</i> de la balsa de color exterior marrón y de color beige heterogéneo en la zona interna de fractura "fresca".</p> <p>Mortero con áridos heterogéneos en cuanto a naturaleza, forma y tamaño. En general de forma redondeadas con diámetro inferior medio al milímetro. Se aprecian abundantes agregados orgánicos.</p> <p>El material es muy compacto con poca porosidad con una proporción semejante entre aglomerante y áridos.</p> <p>La superficie está muy degradada con color marrón y abundantes deterioros por sales y biocolonizaciones como se puede apreciar en la primera imagen de la lupa.</p>	
<b>Estudios realizados:</b>			
X	LUPA interior		
X	SEM interior		
X	MAPPING		
X	DRX		
X	LÁMINA DELGADA		

**SEM**

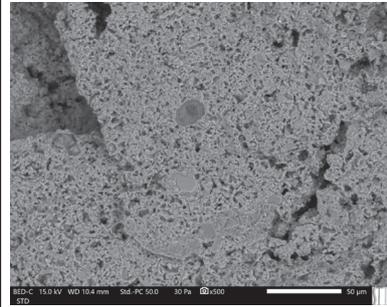
**Descripción:** Se ha observado con diferentes aumentos las muestras sin revestir en las que se han efectuado estudio de composición mediante mapping con análisis de elementos. Las microfotografías muestran un mortero de cal con múltiples áridos redondeados y algunos clastos de cerámica. Los huecos pertenecen al negativo de la zona ocupada por los áridos.



Microfotografía a 150 aumentos de la superficie exterior del revestimiento. Se aprecia que hay un elevado deterioro.



Microfotografía a 250 aumentos. Detalle una zona con un clasto de cerámica.

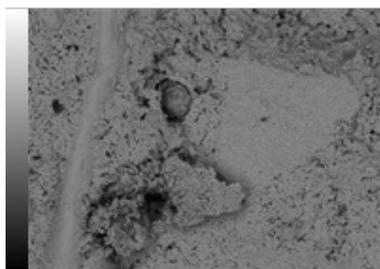


Microfotografía a 500 aumentos del revestimiento. Se observa el deterioro del mortero de cal con agrietamiento.

**MAPPING**

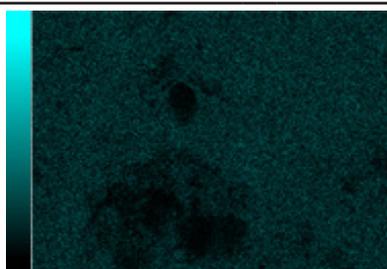
Se ha observado que predomina el calcio con elementos repartidos homogéneamente. Esto indicaría que se trata de mortero de cal con algo de presencia de cerámica (Coincidiendo con el silicio y aluminio) y abundantes zonas con sales (presencia de cloro, sodio, magnesio) y posibles yesos por alteración en la superficie (en verde claro el azufre).

Parte posterior en contacto con fábrica



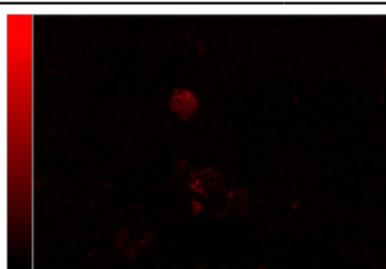
100µm

- C-K
- Na-K
- Mg-K
- Al-K
- Si-K
- S-K
- Ca-K



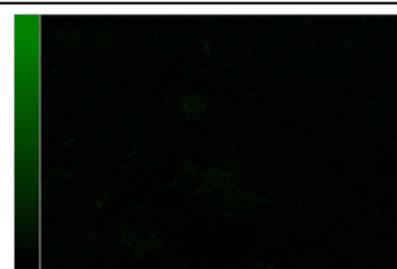
100µm

Ca



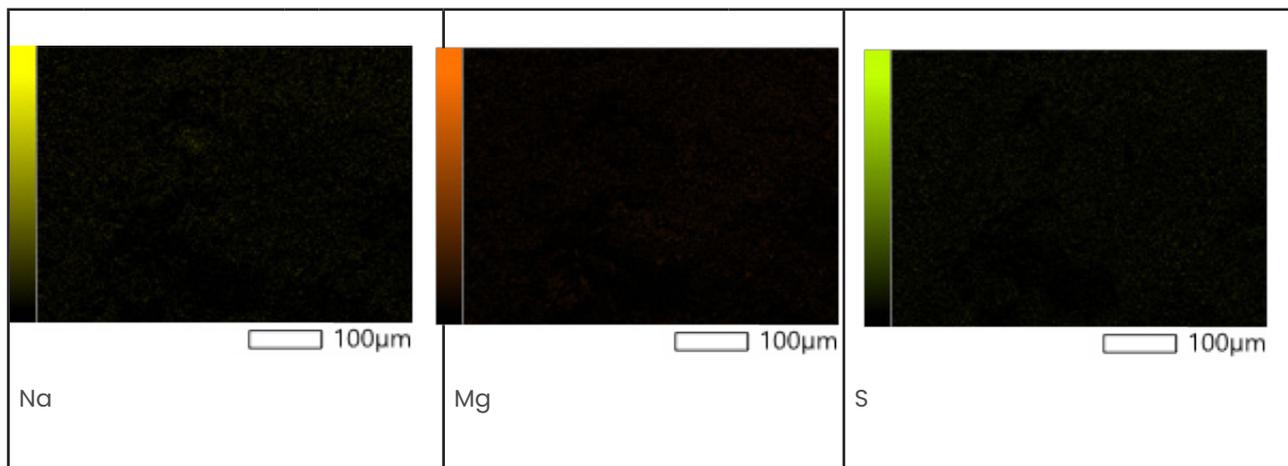
100µm

Si



100µm

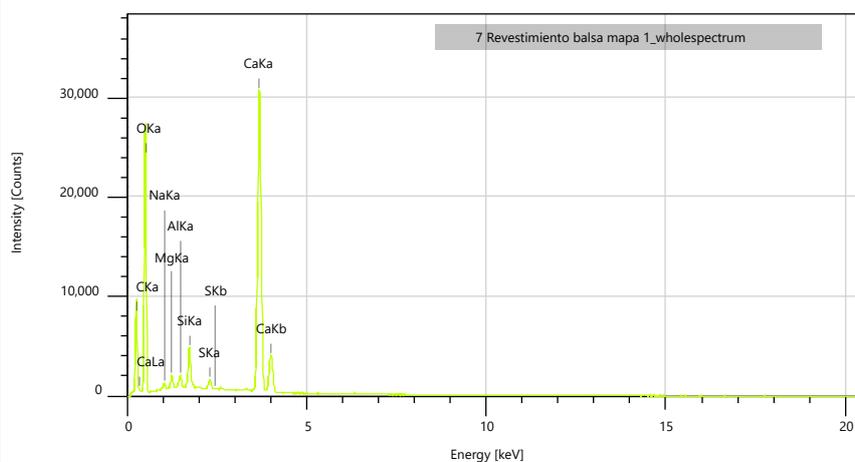
Al



Análisis de la zona recogida en el mapping anterior y que coincide con la parte exterior del revestimiento de la balsa. Predomina el calcio que es el componente principal del mortero de cal. Hay azufre probablemente en forma de yesos de alteración superficial. La presencia de sodio corresponde principalmente a sales que han contaminado el revestimiento. El magnesio corresponde a los áridos dolomíticos.

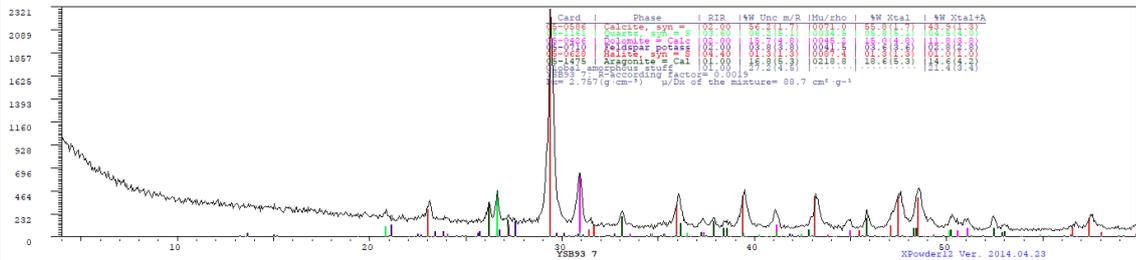
Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	9.18±0.02	15.31±0.03
O	K	50.96±0.10	63.79±0.13
Na	K	0.47±0.01	0.41±0.01
Mg	K	0.64±0.01	0.53±0.01
Al	K	0.56±0.01	0.41±0.01
Si	K	1.91±0.01	1.36±0.01
S	K	0.53±0.01	0.33±0.00
Ca	K	35.75±0.07	17.86±0.03
Total		100.00	100.00

7 Revestimiento balsa mapa 1\_wholespectrum Fitting ratio 0.0831

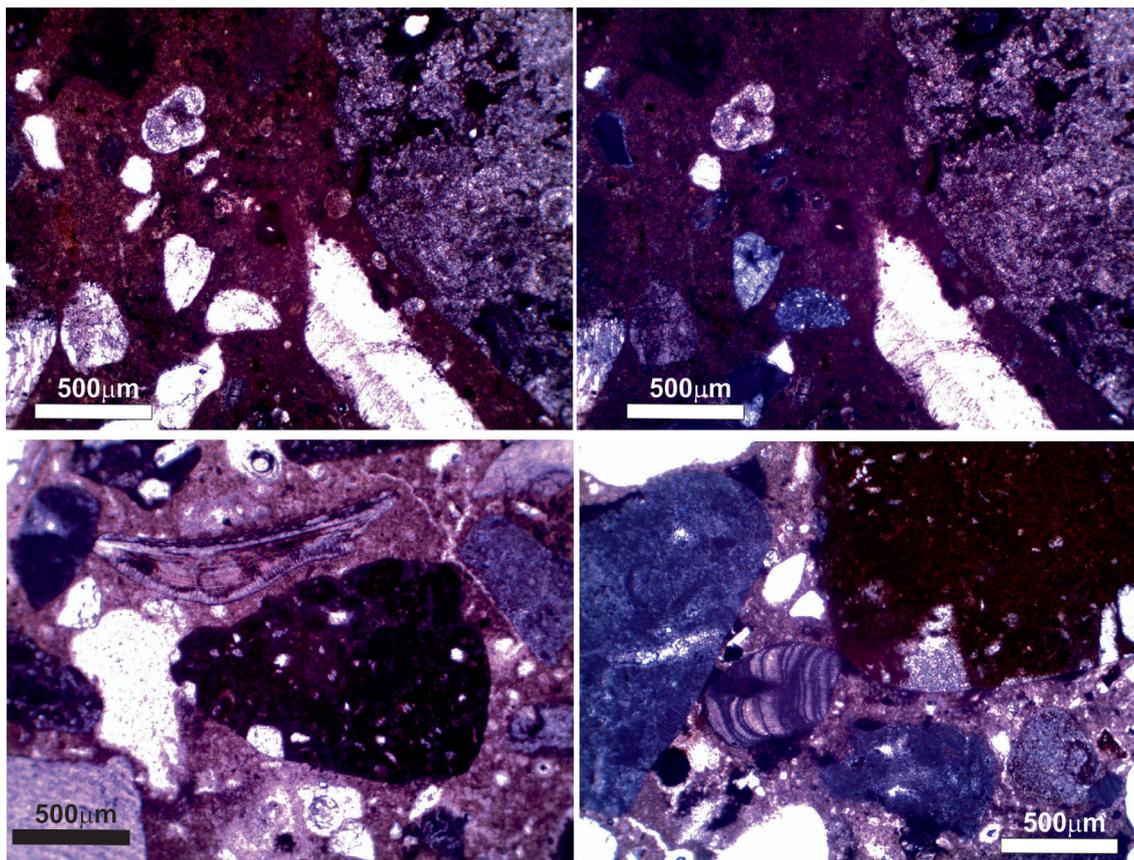


**DRX**

La composición principal es **calcita** (55,8%) (picos en rojo en el difractograma inferior), **aragonito** (18,6%), **dolomitas** (15%), **cuarzo** (5,8%) y **feldespatos potásicos** (3,6%) y halita (1,3%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, predominan los áridos calizos y de dolomías con elevado contenido de aragonito correspondiendo a agregados de conchas. La halita procede de sales transportadas por humedad. Los feldespatos indican probable presencia de cerámica triturada.

**LÁMINAS DELGADAS**

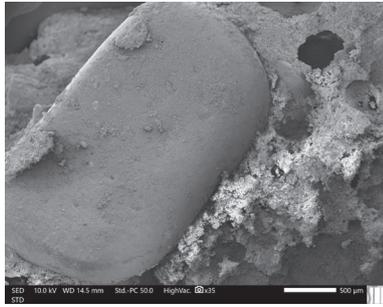
Se aprecia un conglomerado de mortero de cal con diferentes tipos de áridos, agregados de conchas y clastos de cerámica. Hay muy buena unión entre clastos y aglutinante de cal.



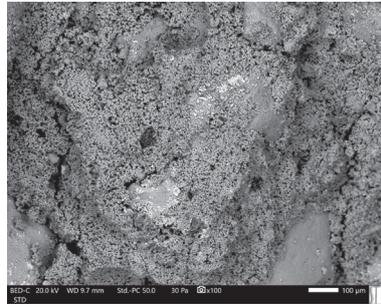
<b>M 8</b>		<b>ESTUDIO DE MATERIALES</b>	
Mortero balsa		Ambiente 3 Muro oeste	Fábrica de <i>opus caementicium</i> con mampuestos de tamaño
<b>Fotografías</b>			
<b>Muestra</b>		<b>Entorno</b>	
			
		 <p style="text-align: center;">ubicacion de la muestra</p>	
<b>Fotos LUPA exterior y fractura "fresca"</b>		<b>Descripción muestra:</b>	
		<p>Dos pequeños fragmentos de mortero de agarre de la fábrica que conforma la balsa. Aspecto heterogéneo con numerosos áridos de diferente naturaleza con formas redondeadas y agregados de conchas. Color beige más oscuro en el exterior que en la zona interna de fractura "fresca". Mortero con áridos heterogéneos en cuanto a naturaleza, forma y tamaño. En general áridos con bordes redondeados con diámetro inferior medio al milímetro.</p> <p>El material es muy compacto con poca porosidad con una proporción superior de áridos respecto al aglomerante.</p> <p>La superficie está muy degradada con sales abundantes sales (puntos blancos en la primera imagen de la lupa)</p>	
<b>Estudios realizados:</b>			
X	LUPA interior		
X	SEM interior		
X	MAPPING		
X	DRX		
X	LÁMINA DELGADA		

**SEM**

**Descripción:** Se ha observado con diferentes aumentos la muestra sin revestir primero y posteriormente revestida. La primera imagen está revestida con platino y se aprecia un árido de bordes redondeados con aglomerante de cal deteriorado en su entorno. Las microfotografías segunda y tercera están sin revestir para poder realizar análisis y mapping. Se han observado múltiples alteraciones en el aglomerante de cal con cristalización de diferentes tipos de sales, incluso yesos como en la tercera microfotografía.



Microfotografía a 35 aumentos de la superficie interior. Detalle de un árido redondeado y el aglomerante deteriorado en su entorno.



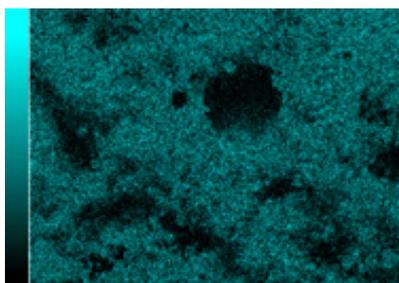
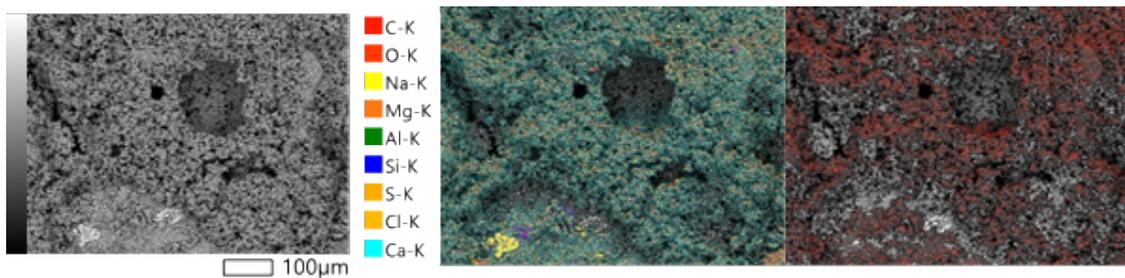
Microfotografía a 100 aumentos. Aspecto general de mortero con áridos redondeados y sales (en color blanco).



Microfotografía de detalle a 1500 aumentos. Se observa deterioro del mortero por cristalización de yesos y sales.

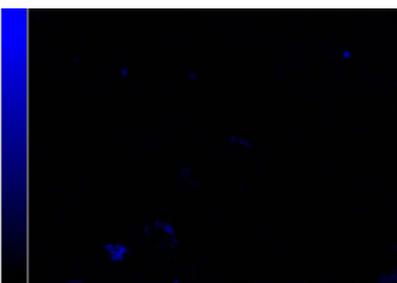
**MAPPING**

Se ha observado que predomina el calcio con presencia de otros elementos muy minoritarios repartidos homogéneamente. Esto indicaría que se trata de mortero de cal con algo de presencia de cerámica triturada muy fina (Coincidiendo con el silicio). Hay elevada presencia de sales (presencia especialmente de cloro y sodio). El azufre indica presencia de yesos. El aluminio repartido uniformemente puede deberse a la tierra incrustada en los poros del mortero.



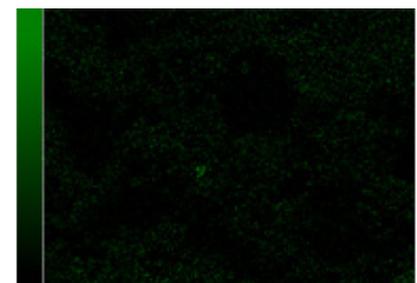
Ca

100µm



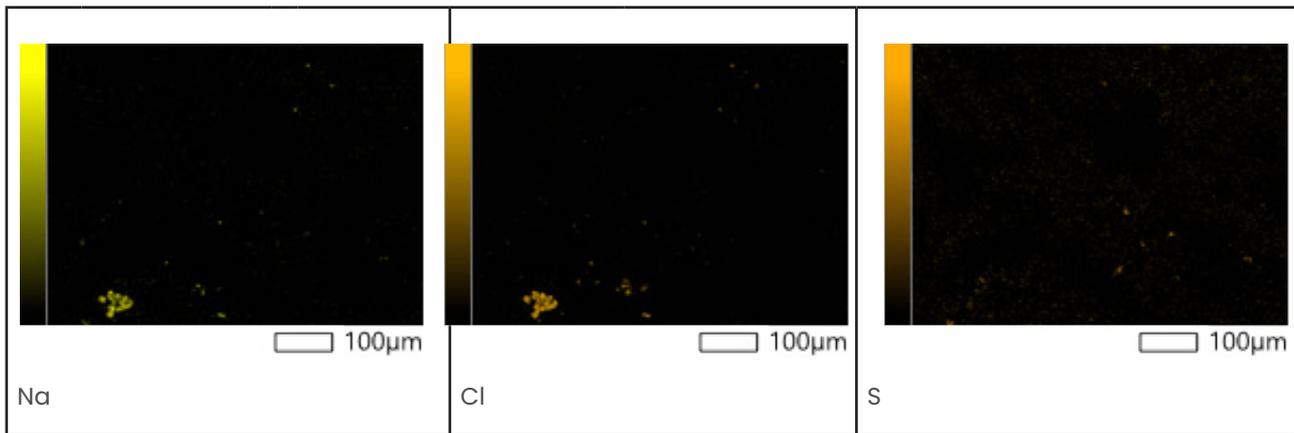
Si

100µm



Al

100µm

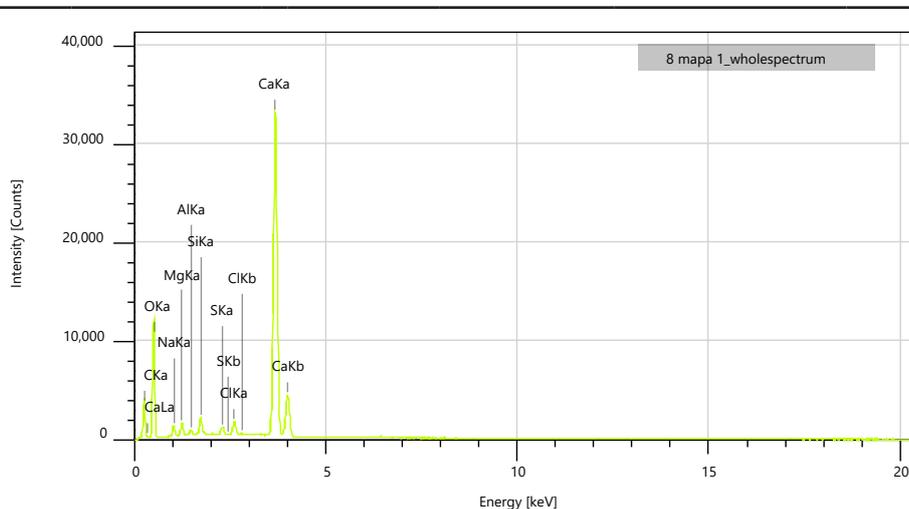


Element	Line	Mass%	Atom%
C	K	8.62±0.03	14.45±0.04
O	K	50.76±0.15	63.89±0.19
Na	K	<b>1.30±0.02</b>	1.14±0.02
Mg	K	<b>1.02±0.01</b>	0.85±0.01
Al	K	0.32±0.01	0.24±0.01
Si	K	<b>1.01±0.01</b>	0.72±0.01
S	K	0.52±0.01	0.32±0.00
Cl	K	<b>0.98±0.01</b>	0.56±0.01
Ca	K	<b>35.47±0.06</b>	17.82±0.03
Total		100.00	100.00

8 mapa 1\_wholespectrum

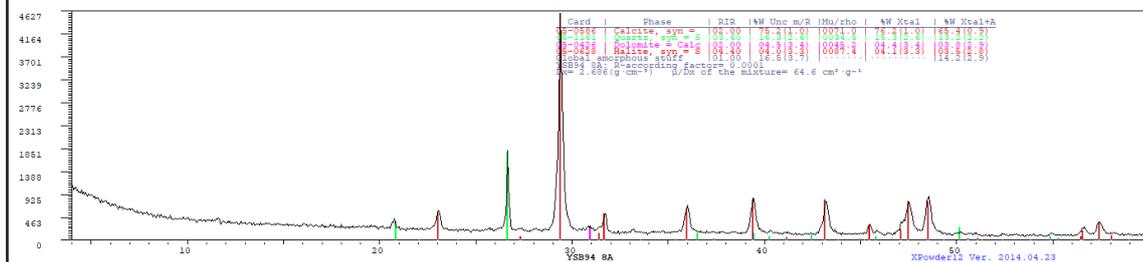
Fitting ratio 0.0470

Análisis de la zona recogida en el mapping anterior y que coincide con la parte exterior del revestimiento de la balsa. En este análisis predomina el calcio con algo de silicio que son los componentes principales del mortero de cal con áridos silíceos. Hay presencia de azufre probablemente en forma de yesos de alteración superficial, con presencia de sodio y cloro que corresponden principalmente a sales que han contaminado el revestimiento. El magnesio corresponde a los áridos dolomíticos. El aluminio uniformemente repartido puede indicar aporte de tierra.

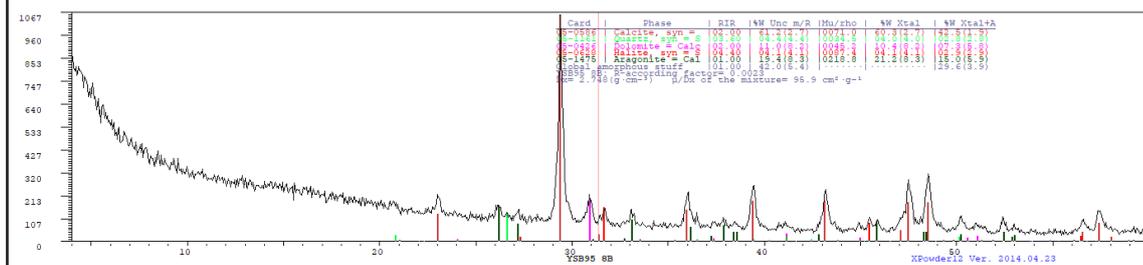


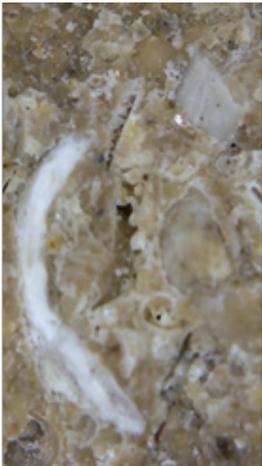
**DRX aglomerante**

La composición principal es **calcita** (86,2%) (picos en rojo en el difractograma inferior), **cuarzo** (15,3%), **dolomita** (4,4%) y **halita** (4,1%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, se trata de mortero de cal con áridos de cuarzo y dolomíticos con alteración de sales (halita).

**DRX áridos**

La composición principal es **calcita** (60,3%) (picos en rojo en el difractograma inferior), **aragonito** (21,2%), **dolomitas** (10,4%), **halita** (4,1%) y **cuarzo** (4%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, predominan los áridos calizos y los agregados de conchas marinas existiendo presencia de áridos dolomíticos. La halita indica una elevada presencia de sales.



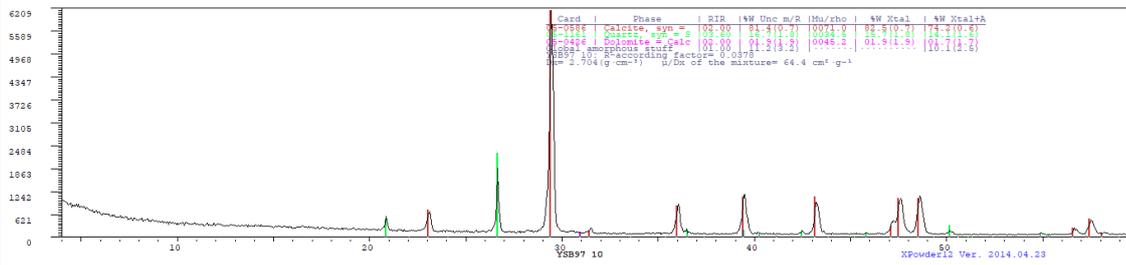
M 9		ESTUDIO DE MATERIALES	
Mampuesto marrón	Ambiente 33 muro este	Fábrica de <i>opus caementicium</i> con mampuestos de tamaño grande heterogéneos	
<b>Fotografías</b>		 <p style="text-align: center;">ubicación de la muestra</p>	
			
Muestra	Entorno		
<b>Fotos LUPA</b>		<b>Descripción muestra:</b>	
 		<p>Se trata de un mampuesto suelto de dimensiones 18x12x9 cm.</p> <p>Presenta color marrón con superficie rugosa y biodeterioro con presencia de fósiles.</p> <p>Tiene la superficie con pátina de envejecimiento y contaminación de tierras.</p> <p>La superficie está muy degradada con sales (puntos blancos en la fotografía de la lupa).</p>	
<b>Estudios realizados:</b>			
X	LUPA interior SEM interior MAPPING		
X	DRX		
X	LÁMINA DELGADA		



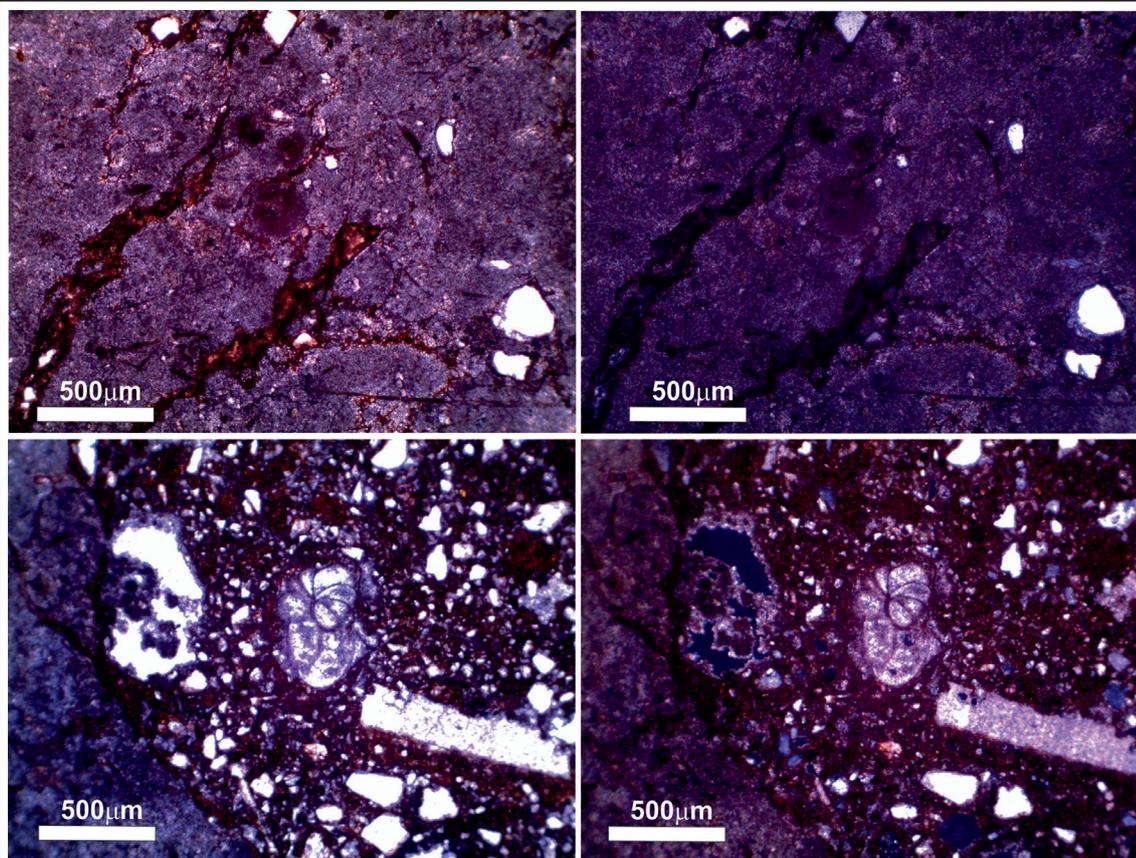
M 10		ESTUDIO DE MATERIALES	
mampuesto gris		Ambiente 25 zona norte	Mampuesto suelto
<b>Fotografías</b>			
 <p>Muestra</p>		 <p>Entorno</p>	
		 <p>ubicacion de la muestra</p>	
<b>Fotos LUPA</b>		<b>Descripción muestra:</b>	
		<p>Mampuesto suelto de color gris con superficie rugosa y abundante biodeterioro. Aspecto homogéneo. Color gris-marrón más oscuro en el exterior (pátina envejecimiento) que en la zona interna de fractura "fresca" que es gris.</p> <p>La superficie está muy degradada con sales.</p>	
<b>Estudios realizados:</b>			
X	LUPA interior		
	SEM interior		
	MAPPING		
X	DRX		
X	LÁMINA DELGADA		

**DRX**

La composición principal es **calcita** (82,5%) (picos en rojo en el difractograma inferior), **cuarzo** (15,7%) y **dolomita** (1,9%). Por lo tanto, según el resultado obtenido mediante el drx, se trata de pétreo calizo con cuarzo.

**LÁMINAS DELGADAS (10)**

Se aprecian presencia de fósiles y clastos en algunas zonas.



### 6.3. Descripción general del estado de conservación

El estado de conservación general de este yacimiento se puede considerar como **malo**, existiendo zonas que **requieren una pronta actuación**. Las limpiezas realizadas de manera puntual y la protección de estructuras y niveles arqueológicos llevado a cabo tras las campañas de excavación sirvieron para proteger al conjunto. Sin embargo, en la actualidad hay **elevada presencia de vegetación** y, en zonas puntuales, acumulación de **vertidos de naturaleza antropogénica**. En algunos puntos del yacimiento se ha perdido su protección por **roturas o desplazamientos de los geotextiles** o del material de estabilización (Figuras 6.10 y 6.11). También se ha detectado la **presencia de fauna** como roedores, serpientes y gatos entre otros. El vallado presenta algunas deficiencias.

Por todo ello **en la actualidad hay zonas muy deterioradas con elevado riesgo para su conservación** debido a diferentes causas que se van a ir estudiando en este apartado del Plan Director. Los riesgos se grafían en plano correspondiente.



Figura 6.10. Aspecto de la actual zona de acceso al recinto con acumulación de broza, vertidos y vegetación descontrolada

Los **elementos constructivos** muestran una **elevada degradación** tanto en los pétreos naturales como artificiales (morteros y revocos). Dicha degradación está causada especialmente por el binomio "litología/naturaleza débil + humedad con sales", además de por la exposición a diferentes agentes atmosféricos.

Para el estudio sistemático de las patologías, análisis y descripción de los daños presentes en el yacimiento se plantean 4 grandes bloques atendiendo al origen-causa que las provoca, siendo:

- **Lesiones por movimientos (M)**. Se recogen los daños presentes en el yacimiento provocados por movimientos, como por ejemplo derrumbes, asientos diferenciales y vuelcos que se manifiestan mediante fisuras, grietas, desplomes y elementos desplazados respecto a su posición original documentada anteriormente (Figura 6.12 izqda.)

- **Lesiones por humedad (H).** Se incluyen los problemas originados por filtraciones de agua y por absorción capilar (Figuras 6.12 centro y dcha.)
- **Lesiones por alteraciones pétreas (P).** Se describen las lesiones en los materiales pétreos (naturales y artificiales) presentes en el yacimiento. Dichas alteraciones se deben principalmente a la exposición a los agentes atmosféricos -y especialmente a los diferentes tipos de humedad-, aunque también al biodeterioro por fauna y flora y a los efectos de acciones antropogénicas. Para su descripción se ha seguido las recomendaciones del IPCE y el glosario del ICOMOS (Figura 6.12 dcha.)
- **Lesiones por actuaciones antropogénicas (A).** Se incluyen daños y modificaciones provocadas por el ser humano y que han degradado/alterado al yacimiento como construcciones adosadas a las fábricas o el empleo de mortero muy rígidos y poco permeables en intervenciones de conservación (Figuras 6.12 centro y dcha.)



Figura 6.11. Aspecto actual del yacimiento que, entre otras alteraciones, muestra la presencia de abundante vegetación, pérdida parcial de elementos de protección y desprendimientos de mampuestos



Figura 6.12. Izqda.: reciente caída y desplazamiento de lugar de un gran fragmento del opus signinum del aljibe. Daño tipo M. Centro: reparaciones con morteros rígidos cuarteados en el aljibe y vegetación superior. Daños tipo A y H. Dcha.: detalle de muro recrecido que ha causado arenización de los morteros originales. Daños tipo A, H y P

### 6.3.1. Lesiones por movimientos (M)

En este yacimiento no existen estructuras con grandes sobrelevaciones, lo que implica que los daños de esta tipología **afectan principalmente a fábricas semienterradas** por afectaciones de **empujes de tierras laterales/aguas** de escorrentías o por **descalces de apoyo** sobre el suelo. Cabe indicar que las excavaciones realizadas han tenido en cuenta estos aspectos y no han dejado fábricas afectadas por empujes diferenciales, aunque en el caso del **aljibe** sí se han producido **movimientos significativos** –especialmente en el alzado E–.

Algunas de las intervenciones realizadas, que han adosado **sistemas constructivos nuevos** junto a los originales, están provocando movimientos diferenciales que, prolongados en el tiempo, **acaban generando grietas** además de **degradaciones pétreas**.

Un aspecto fundamental de los movimientos existentes sería determinar si se encuentran activos o inactivos en el tiempo, es decir, comprobar si su origen o causa ya está paralizada o si, por el contrario, puede seguir activa en la actualidad.

En el conjunto se han localizado los siguientes tipos de movimientos:

- Grietas
- Fisuras
- Desplomes o vuelcos
- Asientos diferenciales
- Derrumbes

#### Grietas

Se pueden definir como **hendiduras visibles a simple vista**, superiores al milímetro y que afectan al elemento en estudio de forma parcial o general, fracturándolo y generando un **daño físico y mecánico**. Las grietas son simultáneamente síntoma y lesión (Figura 6.13). Para su comprensión es necesario definir las indicando los aspectos que se describen a continuación:

- **Separación.** Las grietas separan el elemento fracturado dejando un espacio superior al milímetro entre las zonas agrietadas. Se suele especificar la separación entre los lados en milímetros o centímetros



*Figura 6.13. Destacamos (en rojo) el ligero asiento diferencial de esquina de fábrica que ha provocado grietas pasantes no coplanarias más abiertas en la zona inferior*

- **Coplanarias.** Si tras la fractura los dos lados de la grieta permanecen en el mismo plano
- **Pasantes a todo el elemento.** Cuando las grietas afectan a todo el elemento constructivo, por ejemplo, cuando atraviesa toda una fábrica
- **Con desarrollo desigual.** Las grietas pueden estar más abiertas superiormente o inferiormente. Esto se relaciona con diferentes tipos de origen del problema.

#### Fisuras

Se puede definir como **hendiduras visibles a simple vistas inferiores al milímetro** y que afectan al elemento en estudio de forma parcial o general, fracturándolo.

#### Desplomes o vuelcos

Se puede definir el vuelco o desplome de un muro como **pérdida de la posición vertical** de un elemento o parte del mismo dentro de un conjunto constructivo, con **separación del mismo**. En este caso el aljibe muestra daños por vuelcos.

#### Asientos diferenciales

Se producen cuando las partes del yacimiento se ven **afectadas por movimientos diferentes**, es decir, una zona de hunde o se levanta respecto al resto de la edificación. Se manifiestan mediante grietas pasantes en las fábricas y como hundimientos en los suelos.

#### Derrumbes

Se producen cuando partes de un elemento constructivo del yacimiento se **desprenden de su posición original** y quedan depositados en el entorno cercano.

### **6.3.2. Lesiones por humedad (H)**

El conjunto está afectado por **varios tipos de humedad** que, a su vez, son el origen de numerosas lesiones. La falta de impermeabilización -entre otros problemas- genera desagregaciones internas de las fábricas, degradaciones de los materiales y aporte de sales al interior de las fábricas.

Se han identificado distintos tipos de humedad presentes en el yacimiento:

- **Humedad de ascensión capilar**
- **Humedad de filtración**

#### Humedad de ascensión capilar

Todo el yacimiento presenta síntomas de **humedad de ascensión capilar**. Este tipo de humedad y los fenómenos asociados que la provocan son ampliamente conocidos (Benavente et al., 2020). En este caso concurren varias circunstancias que favorecen que la humedad contenida en el terreno ascienda por los poros de los materiales pétreos. Esta humedad **transporta sales** que, al evaporar el agua, **crystalizan** en la superficie o en los poros cercanos a la superficie. La cristalización ejerce presiones que **microfisuran** por haloclastia y, posteriormente, degradan los materiales. Como se ha visto en la descripción de los ma-

teriales que conforman el conjunto, los **pétreos naturales y artificiales** contienen **poros conectados**, los cuales forman **red capilar** que facilitan la ascensión capilar. Además, los muros y el terreno contienen **abundantes sales** que, por efecto osmótico, favorecen la **ascensión del agua**. En caso de que la fábrica tenga **morteros rígidos** (de restauraciones en su mayoría) y revestimientos que dificultan la salida del agua, esas presiones ejercidas acaban expulsando las capas externas en forma de **desconchados**. Además, la humedad que se introduce en los paramentos, al disolver las numerosas sales contenidas y **crystalizar en la superficie**, deja eflorescencias en la superficie tras días de lluvia, generando las **típicas manchas**. Conviene indicar que el estudio se ha realizado en una época sin lluvias recientes. Debido a ello no se observan eflorescencias, aunque existen numerosas sales en el interior de las fábricas según fotografías de antiguas excavaciones.



*Figura 6.14. Aspecto de fábrica de época íbera con proliferación de vegetación por falta de protección superior, la cual que permite la retención de humedad de filtración. Los materiales que conforman las fábricas muestran, entre otras lesiones, síntomas de arenizaciones (señaladas en rojo)*

#### Humedad de filtración

Este tipo de humedad se produce al **filtrar el agua de lluvia** a través de los materiales y sistemas constructivos con falta de impermeabilización, o en zonas que presentan degradaciones que permiten la entrada del agua -tales como grietas, oquedades, juntas mal resueltas o materiales permeables-. El agua que se introduce en los materiales genera daños semejantes a los descritos para la humedad de ascensión capilar, como la **arenización** (Figura 6.14).

### 6.3.3. Lesiones por alteraciones pétreas (P)

Se definen en este apartado las diferentes **alteraciones y degradaciones de materiales pétreos** -tanto naturales como artificiales- presentes en el conjunto del yacimiento siguiendo la clasificación indicada por el ICOMOS. Definimos únicamente las que aparecen en este caso concreto de estudio, incorporando las descripciones y nomenclaturas empleadas por otros organismos como el IPCE, además de lo indicado por autores expertos y de lo aportado por la experiencia del equipo redactor del presente Plan Director. El ICOMOS (<http://international.icomos.org/>) clasifica y define las lesiones en materiales pétreos en los siguientes grupos:

- **Grietas y deformaciones (GD)**
- **Desprendimientos (D)**
- **Daños con pérdida de materia (DPM)**
- **Alteraciones cromáticas y depósitos (AC)**
- **Biocolonización (B)**

#### Grietas y deformaciones (GD)

En este apartado se recogen los **daños** que afectan **física y mecánicamente** a los materiales pétreos. Se trata de **grietas en los pétreos**, hendiduras visibles a simple vista y que afectan al elemento pétreo de forma parcial o general. Pueden distinguirse varios tipos:

- **Fracturas pétreas**, cuando la fisura atraviesa completamente al elemento pétreo
- **Fisura**, cuando la apertura es inferior a 1 mm (Figura 6.15)
- **Craquelado**, reticulación de pequeñas grietas -normalmente en la superficie de los pétreos artificiales (morteros)- que, habitualmente, se producen en revestimientos de poco espesor -como en las reparaciones con morteros de reintegración-.

#### Desprendimientos (D)

Trataremos a continuación las **degradaciones** que afectan a los pétreos separando el material por capas. En el conjunto de "La Picola" se han localizado tres tipos de desprendimientos (Figura 6.16):

- **Ampollas**
- **Disgregación**
- **Arenización**

Podemos definir las **ampollas** como el **levantado**



Figura 6.15. Daños en revestimiento de aljibe. Se aprecian -entre otras lesiones- fisuras (señaladas en rojo), desprendimientos de acabado, biodeterioro y eflorescencias

y **despegue** de una parte de la materia con forma más o menos **abombada**, normalmente con ahuecamiento interno. Se suele producir en un momento inicial al desprendimiento de costras.

Por otra parte, la degradación consistente en la **disgregación** del pétreo en **granos o clastos** es otro de los tipos de desprendimientos observados. Puede afectar a todo el espesor del material pétreo o únicamente a la superficie.

Finalmente, la **arenización** es un tipo **particular de disgregación**, uno de sus subtipos según la clasificación del ICOMOS. Podemos hablar de arenización cuando los granos disgregados son de "**tamaño arena**", es decir, entre 0.063 y 2 mm. Típico de rocas como las calcarenitas, areniscas y algunos granitos, es también muy habitual en morteros. En los pétreos de origen clástico, como las calcarenitas, se suele disolver la matriz aglomerante, desprendiéndose clastos en forma de arenas. Si hay presencia de arcillas éstas pueden modificar su volumen, generando presiones que fracturan la materia. Las cristalizaciones de las sales acentúan la disgregación de los clastos, provocando una arenización. En el caso de "La Picola", la disgregación de los morteros con áridos finos también provoca arenización.

#### Daños con pérdida de materia (DPM)

Siguiendo las clasificaciones establecidas en el glosario de referencia, en este apartado se describen los tipos de degradación que más daños han generado a los materiales de las fábricas del conjunto, especialmente en zonas afectadas de humedad. A pesar de que una arenización continuada puede generar grandes pérdidas de material, su principal diferencia respecto a los daños por desprendimientos radica en que, en estos casos, la **pérdida de materia es más elevada**, afectando al **interior del elemento pétreo o fábrica** (Figura 6.17).

Puede producir distintos efectos sobre las fábricas:

- **Alveolizaciones**
- **Caverna**
- **Erosión**

Se aprecian oquedades -**alveolizaciones**- originadas por la pérdida de materia producida principalmente por haloclastia al evaporar el agua. Esta agua está contenida en el **sistema poroso** y es rica en **sales disueltas** que, al **cristalizar**, provocan grandes presiones capaces de fracturar los **materiales pétreos** (Figura 6.17). Estas alteraciones se acentúan por acción del viento. Posteriormente los agentes



Figura 6.16. Desprendimientos de morteros rígidos inapropiados de reparación, en los que se producen ampollas y disgregación de la materia. La zona de interfaz se areniza, dañando los materiales originales

atmosféricos arrastran los materiales sueltos dejando pequeñas oquedades. Este tipo de lesión se produce especialmente en aquellas **zonas con presencia humedad y de sales**, siendo especialmente virulento este proceso en zonas en contacto con el terreno y afectado por **humedad de ascensión capilar y de filtración**. Cuando la alteración es incipiente, con alveolos muy pequeños, se denomina picadura (Esbert Alemany y Losada Aranguren, 2003). En el caso de "La Picola" estas lesiones se extienden a los morteros de opus signinum del aljibe, ya que sus características petrofísicas son semejantes a los pétreos naturales.



Figura 6.17. Diferentes tipos de daños en fábricas: 1) Costra sobre mampuesto 2) Arenizaciones de mampuestos y mortero de agarre 3) Fisuraciones por movimientos diferenciales 4) Biopátinas en zonas de retención de humedad de filtración 5) Alveolizaciones 6) Cavernas por pérdida de materia 7) Pátina de envejecimiento natural de la piedra

Las **cavernas** son alteraciones pétreas con **elevada pérdida de materia** en forma de **cavidad de gran tamaño** producida –principalmente en piedras calcáreas– por disolución kárstica o alveolizaciones y/o arenizaciones reiterativas (Figura 6.17). Según el ICOMOS se denomina también como faltante o hueco.

Denominamos **erosión al desgaste o destrucción** producidos en la superficie de un cuerpo por la **fricción continua o violenta** de otro. Es un término genérico que se aplica a los procesos físicos, químicos y biológicos que conducen a la **pérdida del relieve y de material**. En los yacimientos arqueológicos se suele producir por la **escorrentía de aguas** procedentes

de zonas más altas, aunque también por su exposición al **viento** debido a las partículas erosivas que arrastra.

En algunos tipos de **pétreos** y en los **morteros** la erosión produce una **pérdida desigual del material**, ya que se pierde la matriz cementante. En los morteros el aglomerante se suele ir desprendiendo, dejando a los áridos y a los clastos debilitados e incrementándose la porosidad.

En el caso concreto de "La Picola" las **escorrentías** han provocado erosión en varias zonas del yacimiento, causando -en general- lesiones tales como la **pérdida de material rejun-tado y el crecimiento de biodeterioro**.

#### Alteraciones cromáticas y depósitos (AC)

Existe una serie de **alteraciones superficiales** que afectan a la "piel" de los pétreos. Estas modificaciones de la superficie de los pétreos suponen **cambios de color** que transforman sustancialmente la imagen de algunos elementos constructivos. Es especialmente preocupante cuando se generan biopátinas que acidifican el entorno donde prolifera el **biodeterioro**.

Distinguimos entre:

- **Alteración cromática**
- **Biodegradación**
- **Costra**
- **Depósitos de suciedad**
- **Eflorescencia**
- **Pátina**
- **Biopátina o pátina biológica**

Llamamos **alteración cromática** a los **cam-bios de color superficial** de los pétreos. Pueden modificar el color -o su intensidad- o perder la coloración. Así, se manifiesta cuando los materiales adquieren una **mo-dificación de la superficie** por nueva **colo-ración**, pero también cuando la pierden y se produce su decoloración. Este último tipo de alteración no se ha observado en pétreos, sino en pátinas dadas a pétreos.

La **humedad retenida en los poros y oque-dades** de los materiales pétreos propicia la aparición y desarrollo de **organismos vivos**, efecto al que denominamos **biodegrada-**



*Figura 6.18. Daños con pérdida de materia en la zona original con arenizaciones de los morteros, provocados por la humedad de ascensión capilar. Dado que los materiales rígidos superiores evitan que pueda ascender, evapora por la zona inferior, más débil*

**ción.** Las **plantas superiores** –habitualmente– tienen **raíces** que generan **presiones mecánicas** en su crecimiento, además **acidifican** su entorno. Las **plantas inferiores** también generan efectos dañinos. Efectivamente, el grupo de plantas integrado por líquenes, musgos, algas y hongos –denominadas criptógamas– generan sustancias que provocan acciones químicas perniciosas al acidificar la zona (De los Ríos Murillo et al., 2009). Cuando la **alteración es generalizada** y crea grandes "manchas" se puede hablar de una **biopátina**. Las bacterias son capaces de degradar los materiales pétreos por su composición ácida, además de provocar posibles problemas de higiene. Son causadas principalmente por los excrementos de animales.

Otra de las posibles alteraciones son las **costras, láminas compactas** de material en la parte externa de una piedra. Son producto de una **transformación superficial**, donde su naturaleza químico-mineralógica y sus características físicas son parcial o totalmente distintas de las del **substrato pétreo** sobre el que se asientan. Visualmente se distinguen, en general, por sus rasgos morfológicos –a veces en forma de caparazón–, dureza –se hallan endurecidas con respecto al material rocoso alterado– y, a menudo, por su color –costras negras por contaminación o blancas de sales–.

En algunas zonas donde aparece agua de filtración o por ascensión capilar, también aparecen costras de calcín –normalmente marrones– generadas por el CO<sub>2</sub> que acidifica el agua. En estos casos se produce una disolución de las rocas de composición caliza y se genera una costra superficial de calcín. Esta **costra** se hace **muy gruesa** –por lo que provoca una cierta impermeabilización de la capa exterior de los pétreos– que acaba **desprendiéndose**, arrastrando material de la base de la costra y dejando una zona débil del pétreo en contacto con los agentes atmosféricos y expuesto a una continua degradación.

Cuando encontramos una **acumulación de material** de origen diverso (polvo, humos, hollín, guano, microorganismos, etc..) en la **superficie** de los materiales pétreos podemos hablar de depósitos de suciedad, otra de las **posibles alteraciones**.

Uno de los efectos sobre los pétreos que también fue documentado es la **eflorescencia**. Es una capa o **formación de cristales de sales solubles**, de color blanquecino y no muy consistente, que se forma en la **superficie de un pétreo poroso**. Este fenómeno está causado por fenómenos de **migración y evaporación de agua** que contienen sales solubles.

La **presencia de sales es** un factor relevante en la **degradación pétreo** (Rodríguez-Navarro y Doehne, 1999; Charola, 2000; Benavente García et al., 2007, 2008), ya que tienen gran capacidad higroscópica, pueden absorber vapor de agua y tienen la capacidad de atraer más agua por efecto osmótico.

En este caso, las **sales proceden del terreno y del ambiente** y, con los años, han impregnado los diferentes materiales del yacimiento. Además, pueden proceder de otros **materiales del entorno**, como son **morteros de cemento Portland** de zonas adyacentes restauradas. Las sales también pueden proceder de **excrementos de animales**, o incluso de su des-

composición. En general, se introducen en los materiales pétreos a través de su red porosa por efecto de la ley de Jurin y por ósmosis, entre otros fenómenos físicos.

Según definen Esbert Alemany y Losada Aranguren (2003), una **pátina** es una **capa o película superficial y delgada** que se forma sobre las pétreos por diversas causas. Es una modificación superficial del material que no implica necesariamente **procesos de degradación o deterioro**.

Por otra parte, la **biopátina o pátina biológica** es una película de carácter orgánico -formada, por ejemplo, de algas, líquenes, hongos, etc.- de tonalidad variable producida por la **proliferación de organismos vegetales**. Se suele producir en zonas con acumulación de agua y, muy especialmente, en zonas con orientación N y con falta de soleamiento.



Figura 6.19. Vista de daños en revestimiento del aljibe con abundantes eflorescencias

#### 6.3.4. Lesiones por actuaciones antropogénicas (A)

Presentamos finalmente los **daños** y modificaciones **provocados por el ser humano** y que han degradado y/o alterado al yacimiento:

- **Construcciones e instalaciones adosadas.** Se trata de construcciones, instalaciones o restos de instalaciones antiguas que han alterado la geometría original del conjunto. La construcción de una carretera que divide el yacimiento (Figura 6.20 dcha.) afecta muy negativamente a varios aspectos, incluida la conservación de los restos que se encuentren bajo la calzada actual. Del mismo modo, conviene recordar que el Cementerio Municipal ocupa parte del yacimiento, por lo que los elementos que se encuentren bajo el mismo se pueden ver afectados tanto por esta construcción como por sus efectos secundarios.
- **Elementos impropios.** Nos referimos bajo esta denominación a elementos de todo tipo que se han empleado en un momento dado y se han quedado arrumbados (Figura 6.21), o incluso que simplemente han sido acopiados en alguna parte del yacimiento.



Figura 6.20. Carretera que atraviesa el yacimiento



Figura 6.21. Izqda.: vertidos antropogénicos dentro del aljibe, donde se distinguen construcciones impropias con derrumbe parcial. Dcha.: construcciones impropias con derrumbe

### 6.3.5. Fichas de patologías

Dadas las características del conjunto se incorporan a este Plan Director unas **fichas explicativas** de las **lesiones más significativas de elementos excavados y visibles actualmente** y que por lo tanto se han podido diagnosticar.

Las fichas describen las principales patologías e incluyen fotografías de ejemplos de las lesiones estudiadas.

Fichas de lesiones tipo:

PAT1.- Actuaciones antropogénicas. Construcciones adosadas

PAT2.- Actuaciones antropogénicas. Vertidos

PAT3.- Actuaciones antropogénicas. Intervenciones inapropiadas

PAT4.- Pérdida de elementos de protección

PAT5.- Vegetación incontrolada

PAT6.- Derrumbe/desprendimientos de elementos constructivos.

PAT7.- Degradaciones por eflorescencias.

PAT8.- Degradaciones por humedad capilar



**ACTUACIONES ANTROPOGÉNICAS****a) Construcciones adosadas****FICHAS LESIONES TIPO****PAT 1**

**Descripción:** Son construcciones realizadas en épocas posteriores a los elementos a conservar y que degradan los elementos contenidos en el yacimiento.

Se pueden clasificar en:

- Actuaciones que modifican el yacimiento alterándolo. Concretamente existe una carretera que corta en dos el yacimiento así como instalaciones de grandes dimensiones que atraviesan el yacimiento. Para ejecutar estas construcciones se han eliminado partes del conjunto.
- Actuaciones cuyo fin es mantener o reforzar elementos existentes como muro este del aljibe.
- Construcciones ejecutadas sobre el yacimiento, caso del cementerio entre otras.



ubicacion de la lesión



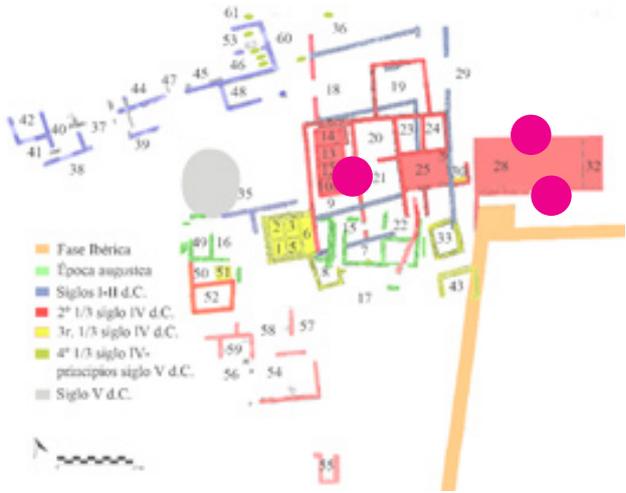
A



B

**Efectos:** Las construcciones adosadas con fines de conservación pueden tener un comportamiento físico-químico y mecánico diferencial respecto a los elementos a los que se adosan si no se ejecutan bien o se emplean materiales inapropiados. **A)** Carretera que corta parte de construcciones del yacimiento. **B)** Fábrica de ladrillo y mortero de cemento adosada al muro este del aljibe que no ha funcionado adecuadamente puesto que se ha derumbado dañando parte del aljibe.

<b>ACTUACIONES ANTROPOGÉNICAS</b> <b>b) Vertidos</b>	<b>FICHAS LESIONES TIPO</b>	<b>PAT 2</b>
<p><b>Descripción:</b> Vertidos de origen antropogénicos dentro del yacimiento. Se ha observado la presencia de basura y broza en varias zonas del yacimiento, incluso dentro de elementos significativos como es el aljibe.</p>	 <p>ubicación de la lesión</p>	
		
<p><b>Efectos:</b> La acumulación de vertidos genera insalubridad y atrae plagas que degradan paulatinamente los restos arqueológicos. La descomposición de los mismos a su vez también puede generar daños sobre los materiales. Se genera un aspecto de "abandono" que aumenta las posibilidades de más actuaciones incívicas. <b>A)</b> Vertidos de basura y broza. También se aprecian restos de fábrica de ladrillo cerámico de una antigua intervención sobre el muro este en el aljibe. <b>B)</b> Acumulación de broza en la entrada al yacimiento.</p>		

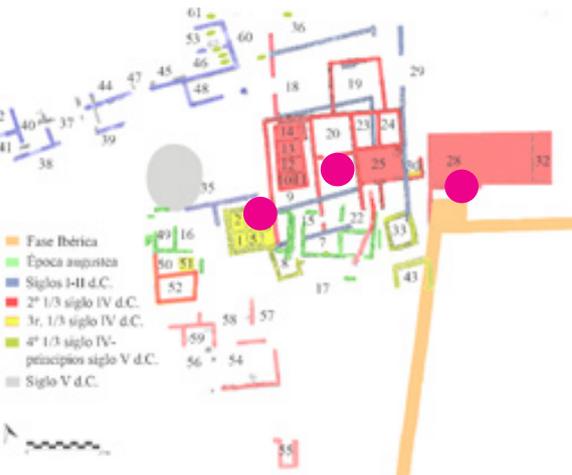
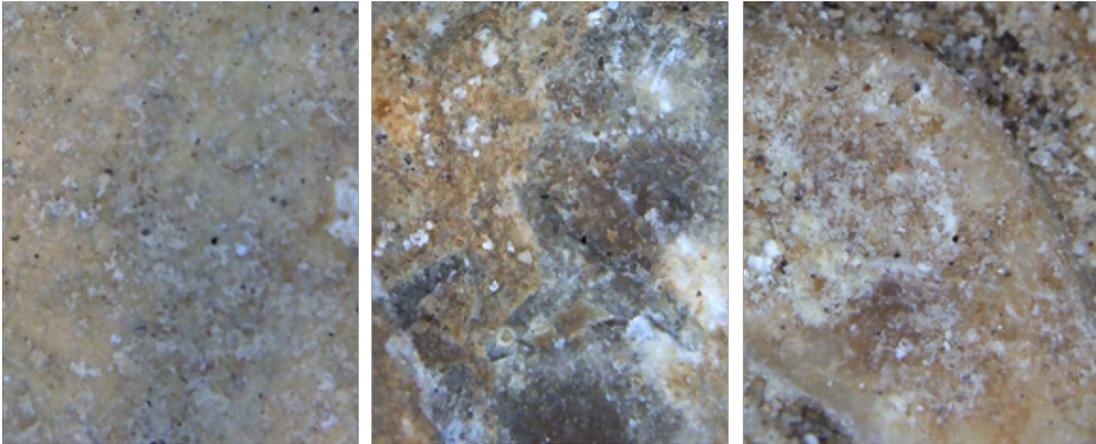
<b>ACTUACIONES ANTROPOGÉNICAS</b> <b>c) Intervenciones inapropiadas</b>	<b>FICHAS LESIONES TIPO</b>	<b>PAT 3</b>
<p><b>Descripción:</b> Zonas restauradas o recrecidas con morteros menos transpirables que los materiales de los restos arqueológicos a proteger</p> <p>El empleo de morteros como los de cemento provoca tensiones superficiales en la interfaz de adherencia y aporta sales a los morteros/pétreos originales degradando la zona.</p> <p>Los recrecidos de algunas fábricas, si bien se han ejecutado con morteros de cal, son poco transpirables respecto a la humedad de ascensión capilar.</p>	 <p>ubicación de la lesión</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>C</p> </div> </div>		
<p><b>Efectos:</b></p> <p>Fotografía <b>A)</b> mortero muy rígido sobre opus caementicium. Se transmiten sales a las zonas contiguas (se señalan con flechas naranjas). <b>B)</b> Mortero muy rígido sobre opus caementicium que se separa de la base y deja arenizadas las zonas posteriores. <b>C)</b> El recrecido de fábricas con morteros menos transpirables crea una semi-barrera que daña a los elementos que se quedan inferiormente y son los restos originales a proteger. Se degradación paulatina en el tiempo con aumento de la porosidad, pérdida de resistencias mecánicas y desagregación de la materia provocando arenizaciones (se indica con flecha azul la zona de acumulación de los detritus de los morteros). La zona aumenta su contenido en sales incrementándose los daños por efecto de la humedad de ascensión capilar por efecto osmótico. Esto último se produce en numerosas partes del yacimiento.</p>		

PÉRDIDA/FALTA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	FICHAS LESIONES TIPO	PAT 4
<p><b>Descripción:</b> Degradaciones sufridas en los diferentes elementos constructivos del yacimiento por falta o pérdida de elementos de protección frente a los agentes atmosféricos y escorrentías de agua de lluvia o acumulaciones de las mismas con estancamiento en recintos rodeados de fábricas sin evacuación.</p>	 <p>ubicación de la lesión</p>	
 <p>A</p>	 <p>B</p>	
<p><b>Efectos:</b> La exposición a los agentes atmosféricos y especialmente a las filtraciones de aguas pluviales aumenta significativamente la degradación de los diferentes materiales que conforman el yacimiento. La humedad genera disoluciones y evaporaciones cíclicas de las sales presentes y esto supone presiones que van rompiendo los materiales pétreos naturales y artificiales por haloclastia, además se favorece la proliferación de biodeterioro. Las aguas de escorrentía erosionan y producen presiones que fracturan los sistemas constructivos y arrastran materiales que se depositan en otras zonas. El agua estancada incrementa la humedad de ascensión capilar en las fábricas contiguas. Los materiales expuestos a temperaturas elevadas sufren dilataciones diferenciales. En este caso no se han observado daños por crioclastia debido a que no suelen darse temperaturas por debajo de los cero grados, que son también efectos posibles debidos a la falta de protección. Fotografía <b>A</b>) Detalle de fábricas con pérdida de protección y numerosos desprendimientos de mampuestos. <b>B</b>) Detalle de fábrica sin protección con degradación de los materiales.</p>		

VEGETACIÓN INCONTROLADA	FICHAS LESIONES TIPO	PAT 5
<p><b>Descripción:</b> Crecimiento de vegetación, plantas inferiores y plantas superiores con raíces, en contacto y/o entorno de los diferentes elementos constructivos.</p> <p>Se observa que prácticamente todo el suelo se encuentra cubierto de vegetación, especialmente por arbustos aunque también hay numerosas palmeras que proliferan incluso en las fábricas del yacimiento.</p>	<p><b>Zonas afectadas en el yacimiento:</b></p> <p>Algunas zonas recrecidas o restauradas ubicación de lesión tipo estudiada en la ficha</p> 	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>C</p> </div> </div>		
<p><b>Efectos:</b> En general la vegetación con raíces en contacto directo con los elementos constructivos los degrada debido a las presiones ejercidas en su crecimiento, además la vegetación, en general, acidifica la zona donde prolifera degradando los pétreos de naturaleza caliza puesto que a la calcita, principal componente de los pétreos calizos y de los morteros de cal, les afectan los ácidos en frío. No obstante la vegetación actúa de parapeto respecto al viento.</p> <p>Fotografía <b>A</b>) Aspecto general del yacimiento zona norte con vegetación incontrolada. <b>B</b>) Detalle de vegetación y palmeras creciendo en las fábricas. <b>C</b>) Aspecto general del yacimiento zona oeste con vegetación incontrolada donde hay abundantes gramíneas de cañas duras.</p>		

DERRUMBE/DESPRENDIMIENTO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	FICHAS LESIONES TIPO	PAT 6
<p><b>Descripción:</b> Caída de parte o de la totalidad de elementos constructivos.</p> <p>Los elementos superiores de las fábricas han sufrido desprendimientos de forma puntual debido entre otras cosas a la pérdida de protección y degradación de los morteros que dejan "suelos" los mampuestos. De forma puntual se ha observado el derrumbe de un muro ubicado al este del aljibe.</p>	 <p>ubicación de las lesiones</p>	
 <p>A</p>	 <p>B</p>	
<p><b>Efectos:</b> El desprendimiento de elementos (especialmente mampuestos) implica un riesgo elevado de deterioro en el yacimiento puesto que en muchas ocasiones no se puede identificar la zona original de procedencia del elemento desprendido para su posible futura restitución.</p> <p>Fotografía <b>A</b>) Detalle del alzado este del aljibe donde se observa el desprendimiento de parte del opus signinum, así como de la fábrica posterior de protección. <b>B</b>) Detalle de fábricas con numerosos desprendimientos de mampuestos.</p>		

DEGRADACIONES POR HUMEDAD DE ASCENSIÓN CAPILAR	FICHAS LESIONES TIPO	PAT 7
<p><b>Descripción:</b> La humedad contenida en el terreno entra en el interior de los pétreos naturales y artificiales ya que contienen poros conectados formando una red capilar que facilita la ascensión capilar. En este caso los muros contienen abundantes sales que por efecto osmótico favorecen la ascensión del agua. El terreno presenta un elevadísimo nivel de sales que son transportadas a los materiales pétreos donde se depositan. En caso de que la fábrica tenga morteros rígidos (de restauraciones en su mayoría) y revestimientos se dificulta la evaporación del agua creando presiones que acaban expulsando las capas externas o arenizando los materiales</p>	 <p><b>Zonas afectadas en el yacimiento:</b> <u>Todos los muros</u> se ven afectados en mayor o menor medida por este fenómeno cuya observación a simple vista depende de la humedad que contengan los muros en cada momento del año.</p>	
 <p><b>A</b> <b>B</b> <b>C</b></p>		
<p><b>Efectos:</b> Diferentes daños por efecto de la humedad capilar. <b>A)</b> Desprendimientos de revestimientos, eflorescencias, arenizaciones y alveolizaciones en aljibe. <b>B)</b> Pérdida de material de agarre entre mampuestos por arenizaciones y degradaciones en los mampuestos. <b>C)</b> Pérdida de materia por arenizaciones en zonas afectadas de humedad capilar en zonas originales bajo zonas recrecidas.</p>		

DEGRADACIONES POR EFLORESCENCIAS	FICHAS LESIONES TIPO	PAT 8
<p><b>Descripción:</b> Formación superficial de capa de color blanquecino, no muy consistente, debida a fenómenos de cristalización por migración y evaporación de agua que contienen sales solubles.</p> <p>Su observación depende de las lluvias caídas anteriormente.</p> <p><b>Fotografía</b></p> 	 <p>     Fase Ibérica      Época augustea      Siglos I-II d.C.      2º 1/3 siglo IV d.C.      3º 1/3 siglo IV d.C.      4º 1/3 siglo IV - principios siglo V d.C.      Siglo V d.C.   </p> <p>ubicación de la lesión</p>	
 <p style="text-align: center;"> <span data-bbox="284 1491 304 1520">A</span> <span data-bbox="659 1491 679 1520">B</span> <span data-bbox="1027 1491 1048 1520">C</span> </p>		
<p><b>Efectos:</b> Las cristalizaciones de sales generan una degradación paulatina en el tiempo con aumento de la porosidad, pérdida de resistencias mecánicas y desagregación de la materia. La zona afectada aumenta su contenido en sales incrementándose los daños por efecto de la humedad de ascensión capilar por efecto osmótico. Aunque no se observen en el interior de los materiales hay sales acumuladas.</p>		

## 6.4. Riesgos detectados para la conservación del yacimiento de "La Picola"

Del análisis de las lesiones estudiadas anteriormente y sus causas se desprende que los **principales riesgos** para la **conservación** de los elementos constructivos del BIC "La Picola" son los relacionados principalmente con el **agua, actuaciones antropogénicas y agentes meteorológicos**.

### 6.4.1. Riesgos relacionados con el agua

- **De inundaciones**, tal y como se recoge en el PLAN DIRECTOR DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES Y DRENAJE SOSTENIBLE DE SANTA POLA de febrero del año 2023, "Santa Pola es un municipio costero caracterizado por presentar un casco urbano rodeado de parajes naturales y numerosos barrancos. Su cota, en algunas incluso bajo el nivel del mar y su proximidad al mismo lo convierten además en una zona naturalmente inundable, provocando que la capa freática, con alta concentración salina, se encuentre a niveles muy superficiales. Adicionalmente, al estar situada en el litoral mediterráneo, la intensidad de las precipitaciones, con un marcado carácter torrencial, hacen que pueda recibir de forma puntual grandes aportes de agua de lluvia en poco tiempo." La zona donde se ubica el yacimiento corresponde con "alta probabilidad de inundaciones" (Figura 6.22)
- **De filtraciones y escorrentías de aguas pluviales sobre construcciones**. Existe un riesgo elevado de filtraciones de agua de lluvia en el interior de los elementos constructivos, lo que supone un paulatino deterioro del BIC. El agua de lluvia se estanca en algunas zonas y aumenta la humedad en paramentos contiguos. En zonas con desnivel de cota se producen escorrentías de agua (interior del aljibe), siendo un punto de elevado riesgo de deterioro
- **De daños por humedad de ascensión capilar**. Existe un elevado riesgo de deterioro por los fenómenos asociados a la humedad de ascensión capilar. La humedad contenida en el terreno no se puede reducir, pero sí se puede actuar para reducir la evaporación de la humedad en los paramentos.

### 6.4.2. Riesgos relacionados con acciones antropogénicas

- **De vertidos y acopios de broza**. Los vertidos introducen elementos indeseados e impropios en un BIC, suponiendo un riesgo de contaminación -caso de basuras- y de proliferación de plagas. Los animales generan residuos que degradan los materiales, además de propiciar bacterias que a su vez degradan y son insalubres. El aspecto que transmite el BIC favorece posibles actuaciones incívicas con incremento de vertidos. Riesgo alto.
- **De intervenciones con sistemas constructivos/materiales inapropiados**. Las intervenciones constructivas con materiales poco transpirables y de diferentes comportamiento físico, químico y mecánico pueden generar daños secundarios no previstos/ evaluados previamente, como arenizaciones en zonas protegidas. Las partes que se deban proteger deben evitar estos daños. Riesgo medio.

- **De actos vandálicos.** El vallado tiene puntos débiles que pueden facilitar actos vandálicos, como robos o la realización de daños sobre los restos arqueológicos. Riesgo medio.

### 6.4.3. Riesgos relacionados con agentes meteorológicos

- Pérdida o falta de protección. Las zonas expuestas a agentes meteorológicos presentan elevado riesgo de deterioro, especialmente zonas sometidas a soleamientos, humedad, sales y vientos.

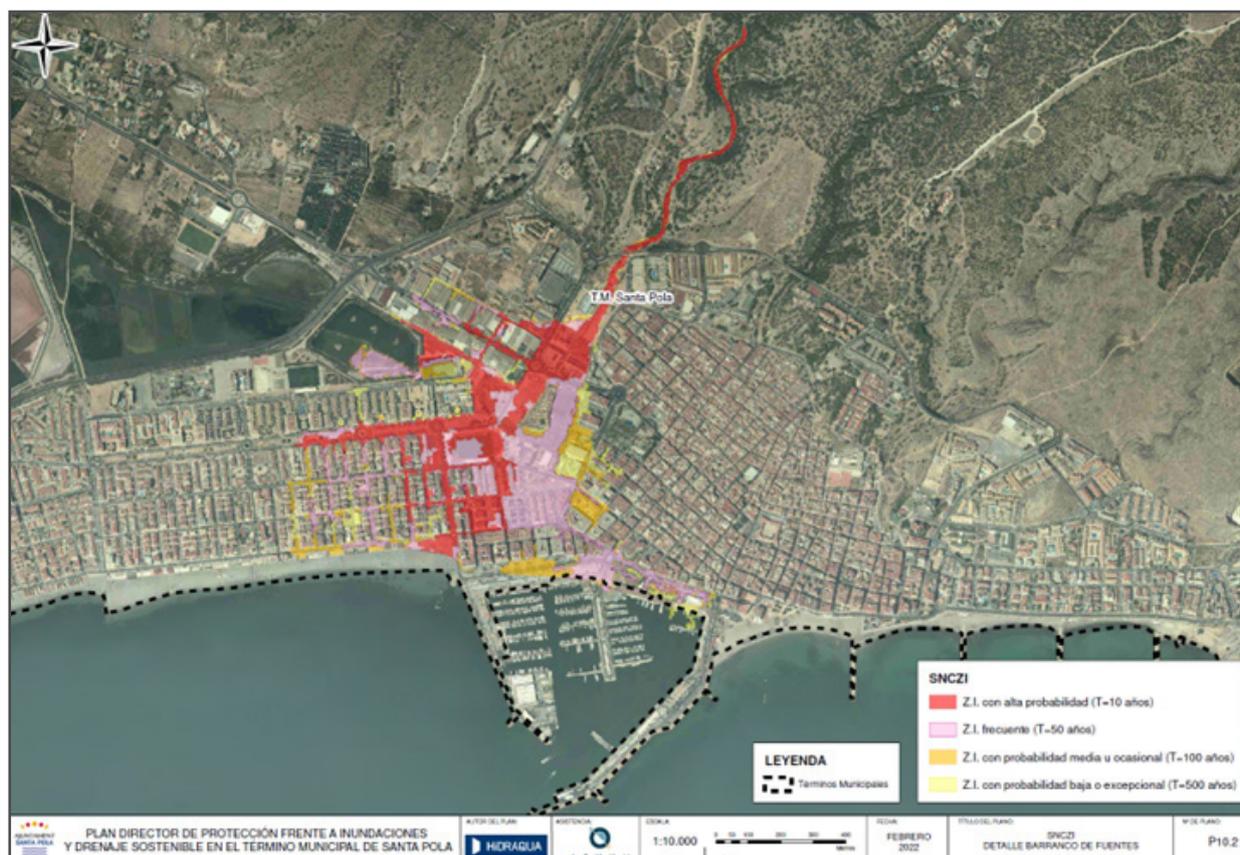


Figura 6.22. Plano con zonas de mayor probabilidad de inundación, donde se aprecia que el yacimiento está en la zona de mayor probabilidad (PLAN DIRECTOR DE PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES Y DRENAJE SOSTENIBLE DE SANTA POLA de febrero del año 2023)



MUSEO del MAR  
La Pícola



SANTA POLA CULTURA



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



INSTITUT UNIVERSITARI  
DE RECERCA EN  
ARQUEOLOGIA I  
PATRIMONI HISTÒRIC

INSTITUTO UNIVERSITARIO  
DE INVESTIGACION EN  
ARQUEOLOGÍA Y  
PATRIMONIO HISTÓRICO



Patrimonio  
Virtual



9 788412 693164