

## 1.-INTRODUCCIÓN

En el presente informe se exponen los resultados de los análisis realizados a nueve micromuestras tomadas del Retablo del Santuario de Arrate. Eibar. La solicitud de los análisis ha sido realizada por la empresa C. M. Taller. Restauración de Bienes Culturales.

El objetivo de los análisis ha sido la identificación de los materiales presentes en cada estrato de las micromuestras tomadas. En el informe se presentan diferentes tablas en las que se muestran detalladamente los resultados del estudio, los gráficos más significativos obtenidos de los análisis realizados, así como las conclusiones relacionadas con las interrogantes planteadas en la solicitud de estudio.

## 2.-DESCRIPCIÓN DE LAS MICROMUESTRAS

<i>Nº 1</i>	<i>Dorado</i>
<i>Nº 2</i>	<i>Verde</i>
<i>Nº 3</i>	<i>Pardo</i>
<i>Nº 4</i>	<i>Pardo</i>
<i>Nº 5</i>	<i>Negro</i>
<i>Nº 6</i>	<i>Marmorizado</i>
<i>Nº 7</i>	<i>Rojo</i>
<i>Nº 8</i>	<i>Azul</i>
<i>Nº 9</i>	<i>Dorado</i>

### **3.- TÉCNICAS DE ESTUDIO Y ANÁLISIS QUÍMICOS**

- 3.1.- Estudio de la micromuestra mediante microscopía óptica con luz incidente y transmitida. Tinciones selectivas y ensayos microquímicos. La medida del espesor de las diferentes capas se realiza mediante una lente micrométrica con el objetivo de 10 X / 0,25 en la zona más ancha del estrato.
- 3.2.- Microscopía óptica de fluorescencia.
- 3.3.- Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)
- 3.4.- Microscopía electrónica de barrido – microanálisis mediante espectrometría por dispersión de energías de rayos X (SEM – EDXS)

## 4.-RESULTADOS

### N° 1.- Dorado

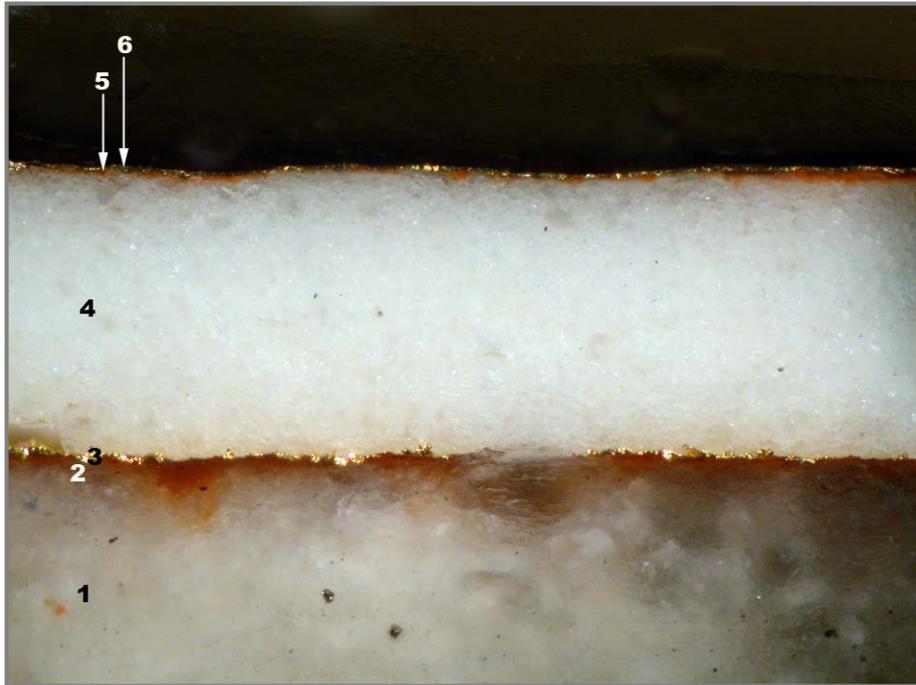
<i>Capa</i>	<i>Color</i>	<i>Espesor (μm)</i>	<i>Pigmentos / cargas / láminas metálicas</i>			<i>Observaciones</i>
6	dorado	2	Cu	Zn		pan de oro falso
			85,0 %	15,0 %		
5	rojo	5	tierra roja			bol de asiento del pan de oro falso
4	blanco	280	carbonato cálcico			nuevo aparejo
3	dorado	1	Au	Ag	Cu	pan de oro
			93,0 %	5,0 %	2,0 %	
2	rojo	10	tierra roja <sup>1</sup>			bol de asiento del pan de oro
1	blanco	680	yeso, silicatos (m. b. p.) <sup>2</sup>			aparejo <sup>3</sup>
			yeso, silicatos <sup>4</sup>			

<sup>1</sup> Describimos como tierras a aquellos pigmentos coloreados compuestos por minerales en los que se identifican óxido o hidróxido de hierro y que pueden estar acompañados de dióxido de manganeso, carbonato cálcico, carbonato cálcico magnésico y silicatos de aluminio, potasio, magnesio, entre otros. El color de las tierras que han sido utilizadas como pigmentos depende del tipo y proporción del compuesto de hierro y de la presencia de los otros óxidos y silicatos. Por esta razón, acompañamos la denominación “tierra” del color que presenta el pigmento en la capa de pintura, haciendo referencia a tierra roja, tierra amarilla y tierra verde a las que presentan estos colores, tierra de sombra a las de color pardo y utilizamos el genérico tierras en las que muestran una tonalidad pardo anaranjada que no se clasifica de forma evidente en los grupos anteriores

<sup>2</sup> m. b. p.: muy baja proporción; b. p.: baja proporción

<sup>3</sup> Capa de aparejo aplicada en dos manos. Estas dos capas de aparejo no se han visto en todas las micromuestras estudiadas, esto se puede deber a que no se ha profundizado lo suficiente cuando se ha tomado la micromuestra

<sup>4</sup> Esta primera capa de aparejo no se observa en la imagen que ilustra la micromuestra



**Figura 1.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 1 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

	Observaciones	PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico		●	
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración		●	
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original		●	
2	Capa de pintura ligeramente removida en la superficie			
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (estucos o nuevo aparejo)		●	
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor			
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos			
2	Pérdida parcial o total de la capa original (pintura o capa de bol)			
3	Predominan los productos añadidos		●	
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas			
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)			
6	Falta de adhesión entre los estratos			
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor		●	
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes			
9	Estratos internos removidos			
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

**Observaciones:** En la micromuestra estudiada no se ha observado un deterioro importante en la policromía más interna ( aparejo, capa de bol y lámina metálica)

**Buen estado de conservación**

**Aceptable estado de conservación**

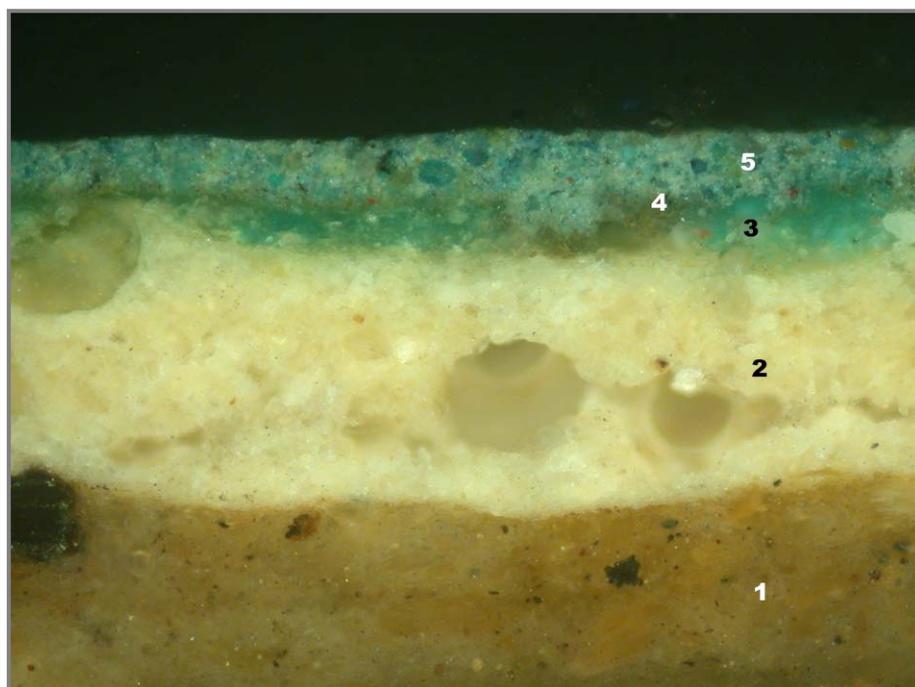
**Mal estado de conservación**

P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en general

Nº 2.- Verde

<i>Capa</i>	<i>Color</i>	<i>Espesor (μm)</i>	<i>Pigmentos / cargas</i>	<i>Observaciones</i>
5	verde	20-35	carbonato cálcico, litopón (b. p.), albayalde (b. p.), verde de ftalocianina, colorante amarillo <sup>5</sup> (m. b. p.)	repolicromía
4	pardo	5	-	cola de origen animal
3	verde	15-30	albayalde, cardenillo, carbonato cálcico	capa de pintura
2	blanco	170	albayalde, carbonato cálcico	capa de pintura
1	blanquecino	200	yeso, silicatos (m. b. p.)	aparejo



**Figura 2.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra Nº 2 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente

<sup>5</sup> No es suficiente la proporción de este material en la capa de pintura como para realizar una extracción y posterior identificación del mismo

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

	Observaciones	PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico			
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración			
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original		●	
2	Capa de pintura ligeramente removida en la superficie		●	
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (consolidantes, adhesivos, estucos)			
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor			
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos			
2	Pérdida parcial o total de la capa original (pintura o capa de bol)			
3	Predominan los productos añadidos			
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas			
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)		●	
6	Falta de adhesión entre los estratos			
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor		●	
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes			
9	Estratos internos removidos		●	
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

Observaciones:

Buen estado de conservación	Aceptable estado de conservación	Mal estado de conservación
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

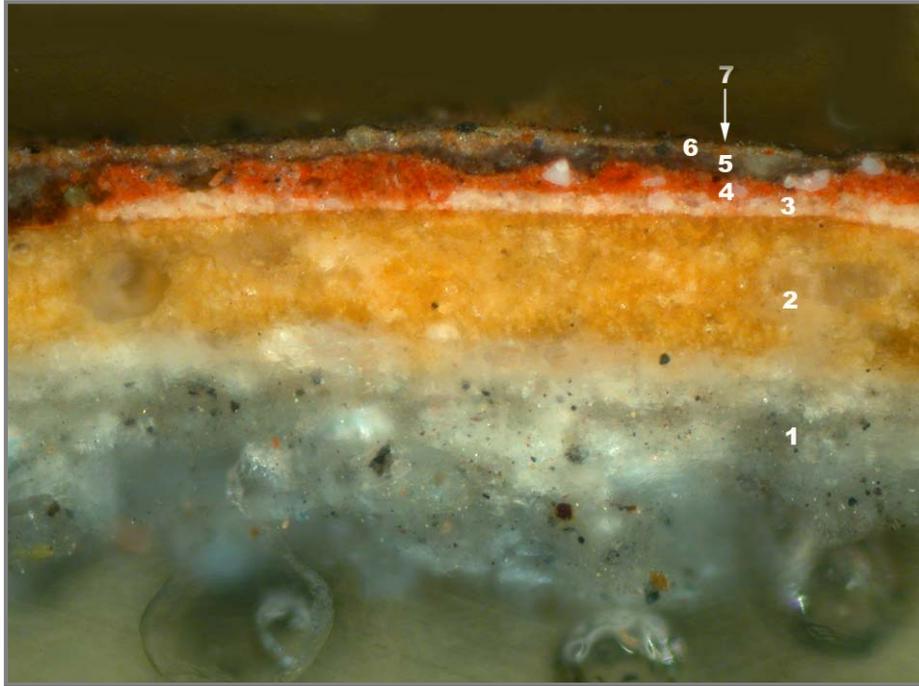
P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en general

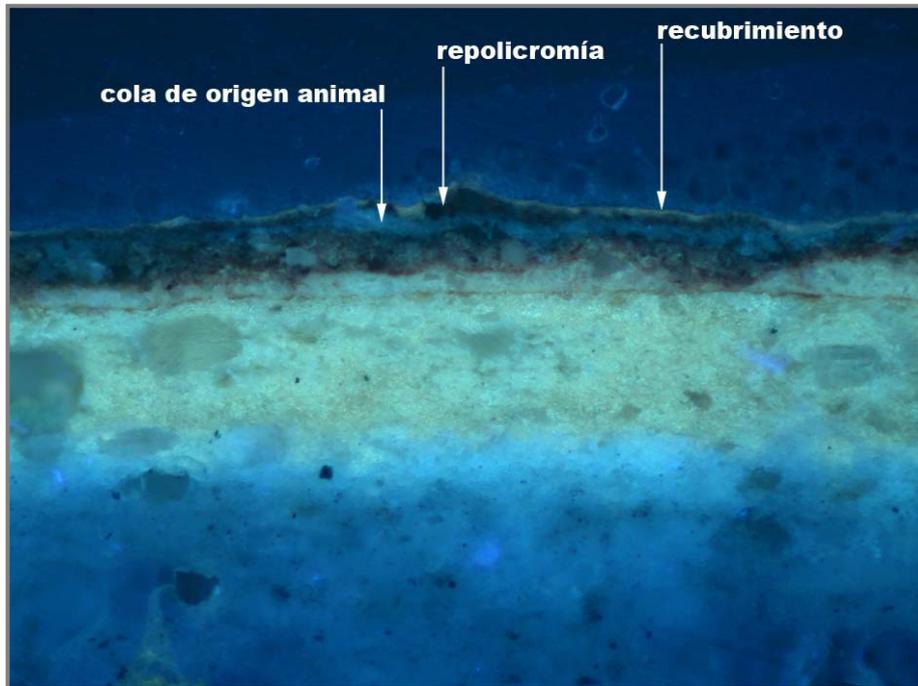
**N° 3.- Pardo**

<i>Capa</i>	<i>Color</i>	<i>Espesor (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>Pigmentos / cargas</i>	<i>Observaciones</i>
7	pardo	5	-	recubrimiento
6	rojizo	15	carbonato cálcico, albayalde (m. b. p.), litopón (m. b. p.), tierra roja	repolicromía
5	pardo	10-20	-	cola de origen animal
4	rojo	40	albayalde, carbonato cálcico, tierra roja	capa de pintura
3	rosado	15	albayalde, carbonato cálcico, tierra roja (m. b. p.)	capa de pintura
2	amarillento	120	yeso, silicatos (m. b. p.)	aparejo <sup>6</sup>
1	blanco	100	yeso, silicatos	

<sup>6</sup> La capa superior del aparejo tiene una tonalidad amarillenta debida a la alta proporción de cola de origen animal



**Figura 3.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 3 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente



**Figura 3 a.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 3 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). Observación con luz UV. Se puede apreciar la fluorescencia de la capa intermedia de cola de origen animal y de la capa de recubrimiento

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

	Observaciones	PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico			
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración			
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original		●	
2	Capa de pintura ligeramente removida en la superficie		●	
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (consolidantes, adhesivos, estucos)			
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor		●	
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			●
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos			
2	Pérdida parcial o total de la capa original (pintura o capa de bol)			
3	Predominan los productos añadidos			
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas			
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)			
6	Falta de adhesión entre los estratos			
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor			
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes			
9	Estratos internos removidos		●	
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

Observaciones:

Buen estado de conservación	Aceptable estado de conservación	Mal estado de conservación
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en general

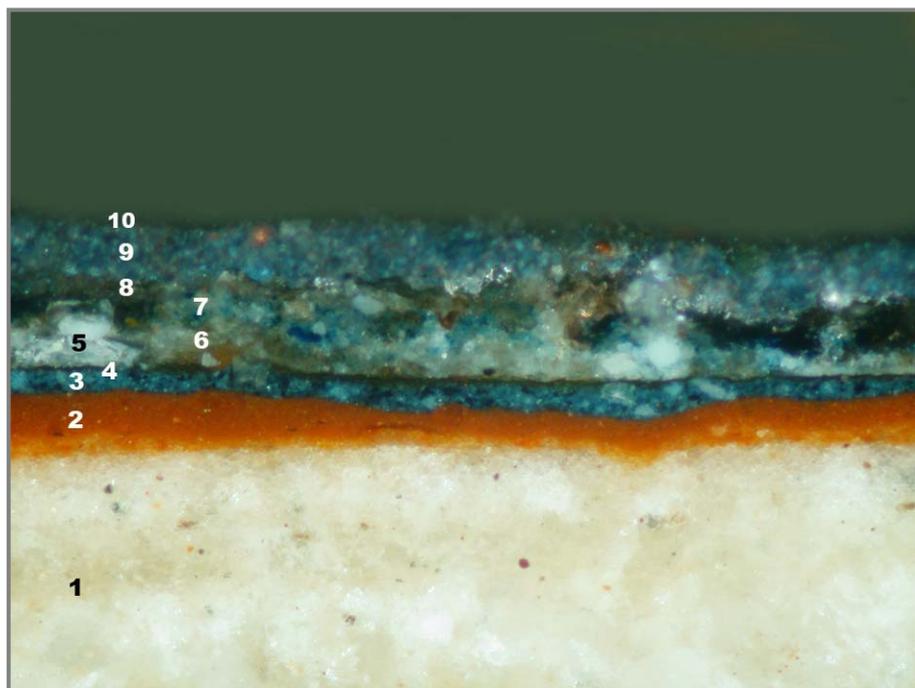
#### N° 4.- Pardo

<i>Capa</i>	<i>Color</i>	<i>Espesor (μm)</i>	<i>Pigmentos / cargas</i>	<i>Observaciones</i>
10	pardo	5	-	recubrimiento
9	azul	30	carbonato cálcico, albayalde (b. p.), litopón (b. p.), colorante azul <sup>7</sup>	repolicromía
8	pardo	5	-	cola de origen animal
7	azul	25	albayalde, carbonato cálcico, azul de Prusia	repolicromía
6	pardo	5	-	cola de origen animal
5	azul claro	0-25	albayalde, azul esmalte <sup>8</sup>	restos de capa de pintura <sup>9</sup>
4	pardo	10	-	impregnación de aceite secante
3	azul	25	índigo, albayalde, carbonato cálcico	capa de pintura
2	rojo	35	tierra roja	bol
1	blanco	350	yeso, silicatos (m. b. p.)	aparejo

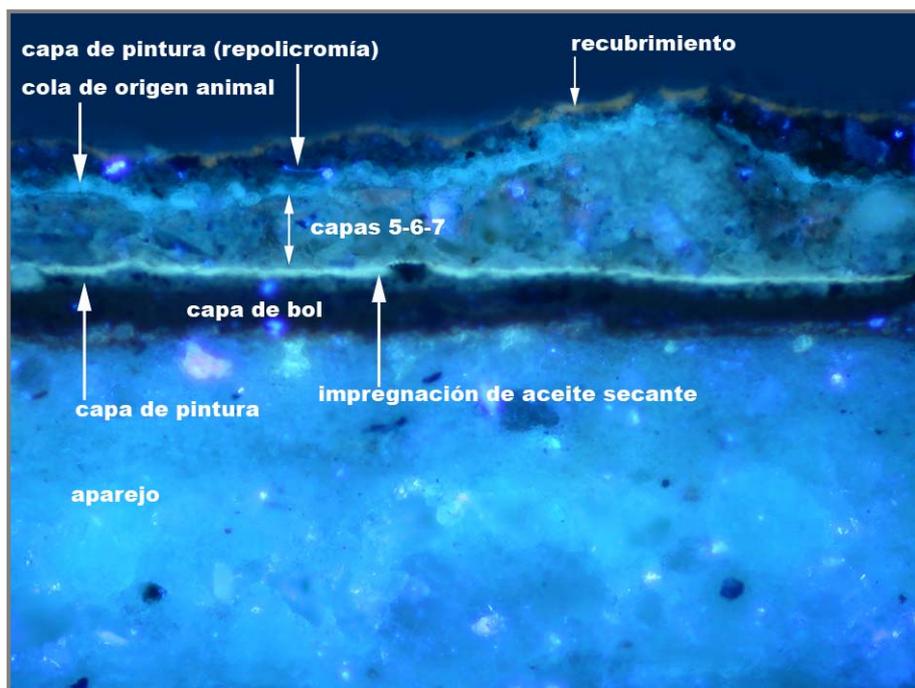
<sup>7</sup> En el análisis realizado mediante SEM-EDXS en esta capa de pintura, no se ha detectado ningún elemento que nos indique la presencia de un pigmento inorgánico, por esta razón, asociamos el color azul con un colorante orgánico.

<sup>8</sup> Los fenómenos que pueden estar implicados en el deterioro de las capas de pintura que poseen azul esmalte parecen estar relacionados con las variaciones de los índices de refracción del pigmento y del aglutinante graso durante el proceso de secado de los aceites, también se conoce que los vidrios que contienen potasio –como el esmalte- son poco estables ya que en presencia de alta humedad estos pueden desprender potasio que llega a reaccionar con el aceite, favoreciendo así las reacciones de saponificación que dañan la película pictórica y, por último, hay autores que plantean que la separación del ión cobalto de la partícula de pigmento puede provocar la desaparición del color azul, produciéndose, al mismo tiempo, una reacción entre el ión separado y el aglutinante graso que conlleva al ennegrecimiento de la capa de pintura<sup>8</sup>.

<sup>9</sup> Capa de pintura muy perdida y deteriorada



**Figura 4.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 4 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente



**Figura 4 a.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 4 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). Observación con luz UV. Se puede apreciar la fluorescencia característica de las capas de material orgánico (capa 4-8-10). No se observa con nitidez la diferencia entre las capas 5-6-7 por encontrarse muy deterioradas y removida con mezcla de los mismos materiales en los 3 estratos

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

	Observaciones	PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico			
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración			
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original			
2	Capa de pintura ligeramente removida en la superficie			
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (consolidantes, adhesivos, estucos)			
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor			
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos		●	
2	Pérdida parcial o total de la capa original (pintura o capa de bol)		●	
3	Predominan los productos añadidos		●	
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas		●	
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)		●	
6	Falta de adhesión entre los estratos		●	
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor		●	
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes		●	
9	Estratos internos removidos		●	
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

Observaciones:

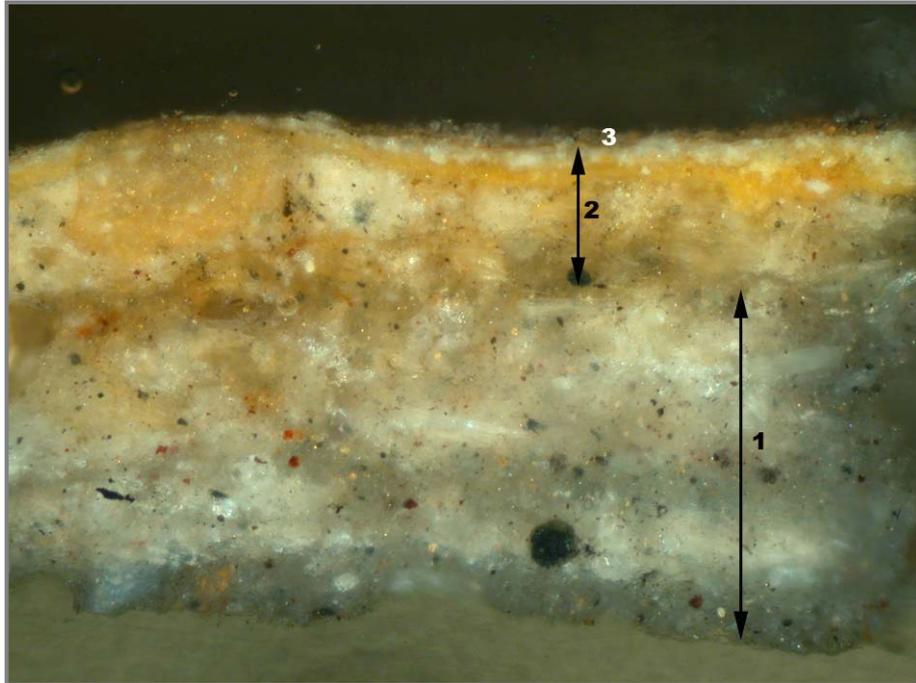
Buen estado de conservación	Aceptable estado de conservación	Mal estado de conservación
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en general

N° 5.- Negro

<i>Capa</i>	<i>Color</i>	<i>Espesor (μm)</i>	<i>Pigmentos / cargas</i>	<i>Observaciones</i>
3	pardo oscuro	15	carbonato cálcico, albayalde, tierras, carbón vegetal (b. p.)	capa de pintura
2	amarillento	150	yeso, silicatos (m. b. p.)	aparejo
1	blanco	350	yeso, silicatos	



**Figura 5.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 5 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

	Observaciones	PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico			
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración			
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original			
2	Capa de pintura ligeramente removida en la superficie			
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (consolidantes, adhesivos, estucos)			
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor			
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos			
2	Pérdida parcial o total de la capa original pintura		●	
3	Predominan los productos añadidos			
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas			
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)			
6	Falta de adhesión entre los estratos			
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor			
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes		●	
9	Estratos internos removidos			
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

Observaciones:

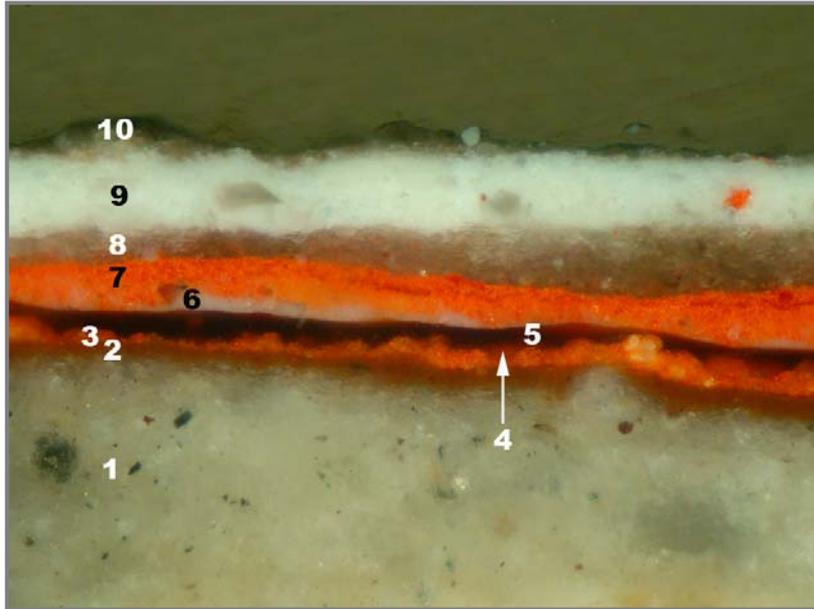
Buen estado de conservación	Aceptable estado de conservación	Mal estado de conservación
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

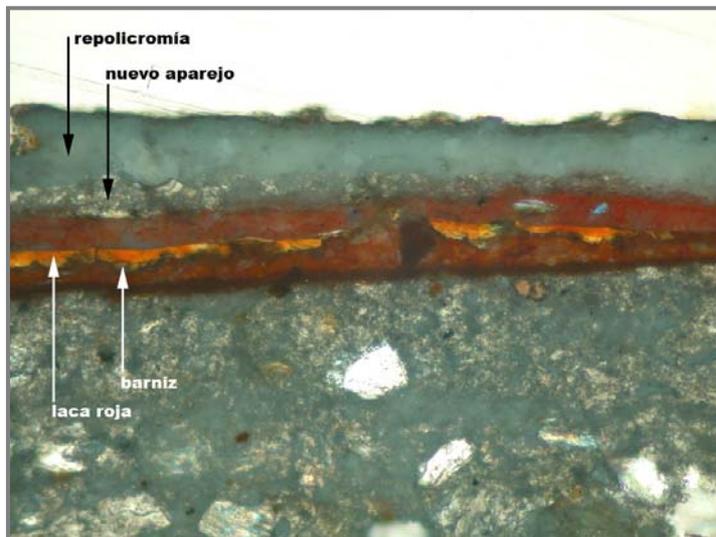
La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en general

**N° 6.-Marmorizado**

<i>Capa</i>	<i>Color</i>	<i>Espesor (<math>\mu\text{m}</math>)</i>	<i>Pigmentos / cargas</i>	<i>Observaciones</i>
10	pardo traslúcido	5	-	restos de recubrimiento
9	rosado claro	65	albayalde, carbonato cálcico, bermellón (b. p.)	repolicromía
8	blanquecino	40	yeso	nuevo aparejo
7	rojo	25	albayalde, bermellón	capa de pintura
6	blanco	0-15	albayalde	capa de pintura
5	rojo	10-15	laca roja	veladura
4	pardo traslúcido	5	-	impregnación de aceite secante
3	rojo	15-25	albayalde, bermellón	capa de pintura
2	rojo	15	tierra roja	bol
1	blanco	450	yeso, silicatos (m. b. p.)	aparejo



**Figura 6.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 6 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente



**Figura 6 a.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 6 (objetivo MPlan 20 X / 0,75). Lámina delgada observada con luz transmitida. Se puede ver la transparencia de la capa de laca roja



**Figura 6 b.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 6 (objetivo MPlan 10 X / 0,25). Observación con luz UV, se puede ver la fluorescencia característica de la capa de impregnación de aceite secante

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

Observaciones		PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico			
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración			
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original		●	
2	Capa de pintura ligeramente removida en la superficie			
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (consolidantes, adhesivos, estucos)			
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor			
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			●
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos			
2	Pérdida parcial o total de la capa original (pintura o capa de bol)			
3	Predominan los productos añadidos			
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas		●	
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)			
6	Falta de adhesión entre los estratos			
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor		●	
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes			
9	Estratos internos removidos		●	
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

Observaciones:

Buen estado de conservación	Aceptable estado de conservación	Mal estado de conservación
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

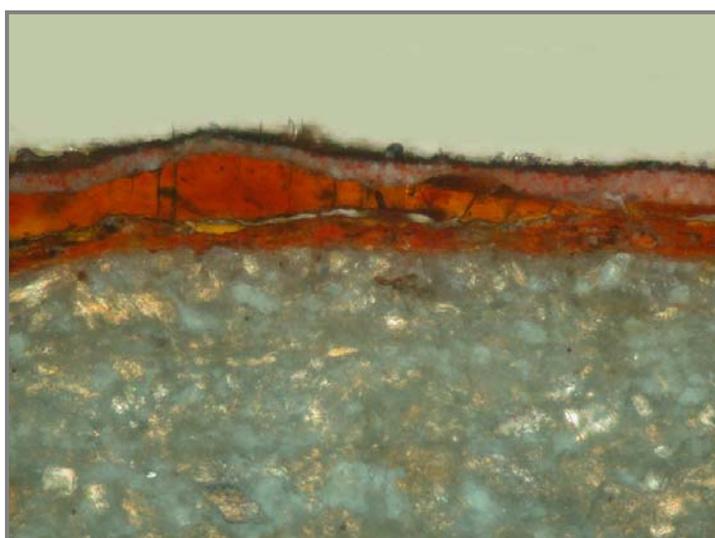
La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en general

## N° 7.- Rojo

Capa	Color	Espesor ( $\mu\text{m}$ )	Pigmentos / cargas	Observaciones
6	pardo	20	carbonato cálcico, albayalde (b. p.)	recubrimiento <sup>10</sup>
5	rosado	20-35	albayalde, bermellón, azul esmalte (b. p.)	capa de pintura
4	rojizo	15-40	laca roja	veladura
3	pardo	10	-	impregnación de aceite secante
2	rojo	25-40	albayalde, bermellón	capa de pintura
1	blanco	350	yeso, silicatos (m. b. p.)	aparejo



**Figura 7.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 7 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente



**Figura 7 a.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 7 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). Lámina delgada observada con luz transmitida. Se puede ver la transparencia de la capa de laca roja y de la capa de impregnación de aceite secante

<sup>10</sup> En esta capa se han identificado materiales inorgánicos (carbonato cálcico y una pequeña cantidad de albayalde), la consideramos como capa de recubrimiento ya que no tiene la consistencia propia de las capas de pintura, estos materiales estarían como materiales de carga

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

	Observaciones	PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico			
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración			
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original			
2	Capas de pintura ligeramente removidas			
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (consolidantes, adhesivos, estucos)			
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor			
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			●
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos			
2	Pérdida parcial o total de la capa original (pintura o capa de bol)			
3	Predominan los productos añadidos			
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas			
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)			
6	Falta de adhesión entre los estratos			
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor			
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes			
9	Estratos internos removidos			
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

Observaciones:

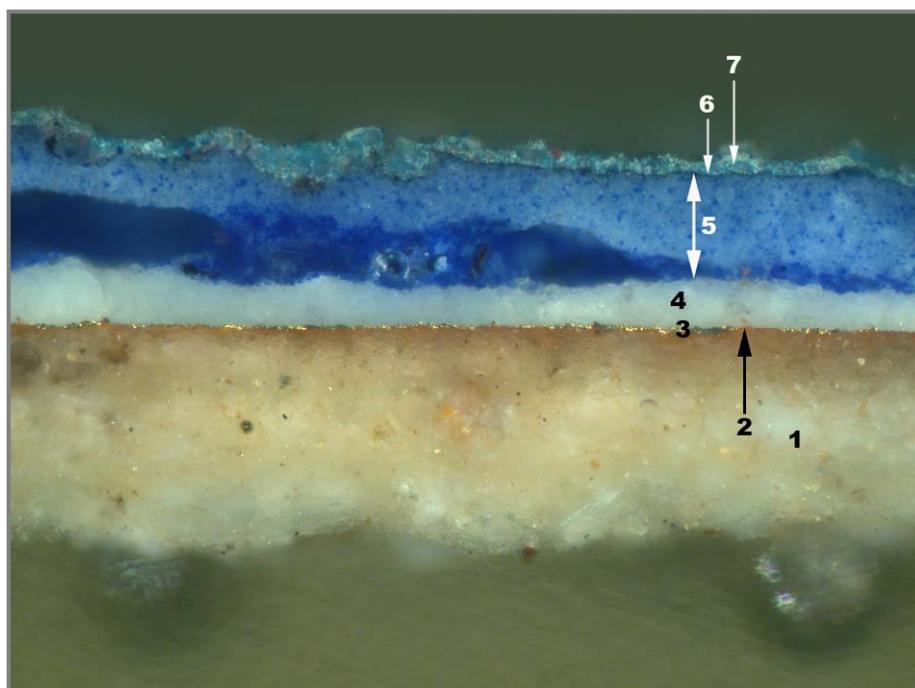
Buen estado de conservación	Aceptable estado de conservación	Mal estado de conservación
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en general

N° 8.-Azul

Capa	Color	Espesor (μm)	Pigmentos / cargas / láminas metálicas	Observaciones
7	azul	25	carbonato cálcico, blanco de titanio, colorante azul <sup>11</sup> , tierra roja (m. b. p.)	repolicromía
6	pardo	5	-	cola de origen animal
5	azul	100	carbonato cálcico, azul ultramar sintético, blanco de bario (m. b. p.)	repolicromía <sup>12</sup>
4	blanco	60-75	carbonato cálcico	nuevo aparejo
3	dorado	1,5	oro	pan de oro
2	rojo	5	tierra roja	bol <sup>13</sup>
1	blanco	180	yeso, silicatos (m. b. p.)	aparejo



**Figura 8.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra N° 8 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente

<sup>11</sup> Ver nota 7 al pie de la página 11

<sup>12</sup> Capa aplicada en dos manos, siendo la inferior de un tono más oscuro. En esta zona se observa una gran falta de cohesión entre los pigmentos

<sup>13</sup> Capa de bol extremadamente fina

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

	Observaciones	PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico		●	
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración		●	
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original		●	
2	Capa de pintura ligeramente removida en la superficie			
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (estucos o nuevo aparejo)		●	
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor			
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos			
2	Pérdida parcial o total de la capa original (pintura o capa de bol)			
3	Predominan los productos añadidos		●	
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas			
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)		●	
6	Falta de adhesión entre los estratos			
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor		●	
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes			
9	Estratos internos removidos			
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

**Observaciones:** Aunque la capa de bol de la policromía más interna es muy fina no se aprecia que esta capa ni la lámina metálica se encuentren muy deterioradas, por esta razón hemos señalado los apartados N° 3y N° 4. Por encima de la lámina metálica se pueden observar dos repolicromías

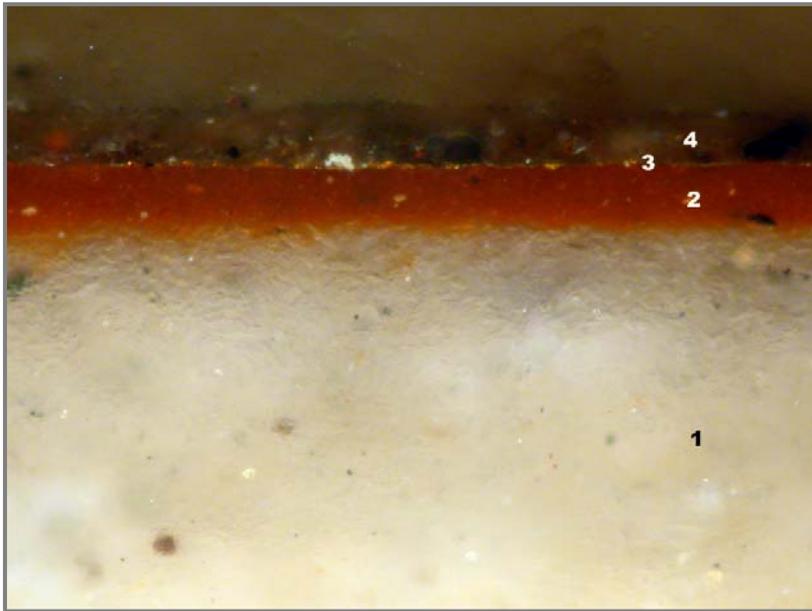
Buen estado de conservación	Aceptable estado de conservación	Mal estado de conservación
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

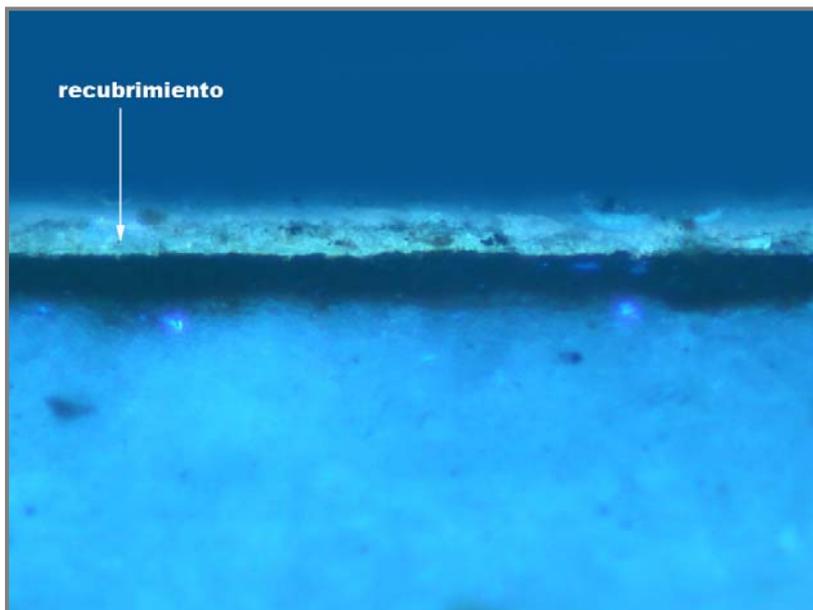
La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en genera

## Nº 9.- Dorado

Capa	Color	Espesor ( $\mu\text{m}$ )	Pigmentos / cargas / láminas metálicas	Observaciones
4	pardo	10	-	recubrimiento
3	dorado	1	oro	pan de oro
2	rojo	35	rojo	bol de asiento del pan de oro
1	blanco	450	yeso, silicatos (m. b. p.)	aparejo



**Figura 9.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra Nº 9 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). El orden numérico que se indica es el que aparece en la tabla correspondiente



**Figura 9a.-** Imagen obtenida al microscopio óptico de la sección transversal de la micromuestra Nº 9 (objetivo MPlan 20 X / 0,40). Observación con luz UV. Se puede apreciar la fluorescencia de la capa de recubrimiento

### Estimación del estado de conservación del área donde ha sido tomada la micromuestra

	Observaciones	PA - M	CP - LM	R
1	Capa uniforme, compacta y continua, sólo con materiales originales	●		
2	La superficie de la pintura se observa lisa, sin pérdidas evidentes			
3	Capa continua de bol de asiento del pan metálico		●	
4	Lámina metálica continua y sin productos de alteración		●	
5	Capa de recubrimiento definida			
6	Capa de recubrimiento con materiales de fácil solubilidad			
7	Se observa buena adhesión entre las capas de pintura y cohesión en cada estrato			
1	Presencia de uno o más repintes sobre el original			
2	Capa de pintura ligeramente removida en la superficie			
3	Capa de pintura ligeramente fracturada			
4	Se evidencian uno o más productos añadidos en intervenciones anteriores que aún parecen cumplir su función (consolidantes, adhesivos, estucos)			
5	Penetración hacia los estratos internos de los materiales añadidos en los procesos de restauración			
6	Una o más capas intermedias entre el original y los añadidos con 10µm o más de espesor			
7	Una o más capas de recubrimientos irregulares			●
8	Capa de recubrimiento soluble en disolventes de riesgo para la estabilidad de la pintura			
1	Deterioro de los pigmentos			
2	Pérdida parcial o total de la capa original (pintura o capa de bol)			
3	Predominan los productos añadidos			
4	Se observan fracturas, grietas o fisuras profundas			
5	Falta de cohesión de las capas (capas friables por posible pérdida del aglutinante)			
6	Falta de adhesión entre los estratos			
7	Capas originales y añadidos sin estratos intermedios o con menos de 10µm de espesor			
8	Superficies muy abrasionadas, removidas o con pérdidas evidentes			
9	Estratos internos removidos			
10	Láminas metálicas donde se observan productos de corrosión			
11	Varios recubrimientos superpuestos (mezclados)			
12	Capas de recubrimientos de difícil solubilidad			

Observaciones:

Buen estado de conservación	Aceptable estado de conservación	Mal estado de conservación
-----------------------------	----------------------------------	----------------------------

P - A - M = preparación / imprimación, aparejos, morteros; CP - LM = capas de pintura, láminas metálicas; R = recubrimientos

La información que se ofrece en esta tabla está estimada a partir de los análisis puntuales de los materiales presentes en la micromuestra, su distribución y la apariencia en la sección transversal; sólo es un apoyo o sugerencia al equipo de restauración, quien podrá evaluar "in situ" el estado actual de la obra en general

## 5.-CONCLUSIONES

En la siguiente tabla se presenta la relación de materiales identificados en las micromuestras estudiadas

<i>Materiales identificados en las micromuestras</i>	
<i>Aparejo</i>	aplicado en dos manos una inferior de yeso , silicatos y cola de origen animal y una superior de yeso y cola de origen animal (micromuestras N°1- N° 3 y N° 5)
	yeso, silicatos (m. b. p.) y cola de origen animal (micromuestras N° 2-N° 4-N° 6-N° 7-N° 8-N° 9) (ver nota 3 al pie de la página N° 3)
<i>Nuevo aparejo</i>	carbonato cálcico y cola de origen animal (micromuestras N° 1-N° 8 )
	yeso y cola de origen animal (micromuestra N° 6)
<i>Color</i>	<i>Pigmentos / cargas</i>
blanco (opacos y transparentes)	albayalde
	blanco de bario
	blanco de titanio
	litopón
	carbonato cálcico
azul	índigo
	azul esmalte
	azul de Prusia
	azul ultramar sintético
	colorante azul
verde	cardenillo
	verde de ftalocianina
amarillo	colorante amarillo
<b>anaranjado</b>	<b>tierras</b>
<b>rojo</b>	<b>tierra roja</b>
	<b>bermellón</b>
	<b>laca roja</b>
<b>negro</b>	<b>carbón vegetal</b>

<b>Láminas metálicas</b>	<b>pan de oro (aleación de oro plata y cobre en una proporción 93 %.5% y 2% respectivamente) sobre bol de tierra roja aplicado al temple (micromuestra N° 1)</b>
	<b>pan de oro sobre bol de tierra roja aplicado al temple (micromuestras N° 8 y N° 9)</b>
	<b>pan de oro falso sobre bol de tierra roja aplicado al temple (repolicromía de la micromuestra N° 1)</b>
<b>Materiales orgánicos</b>	cola de origen animal en las capas de aparejo, nuevos aparejos, y capas intermedias entre policromías
	material proteico en las capas de bol
	aceite secante en las capas de pintura de la policromía más interna , en la primera repolicromía de la micromuestra N° 4 y en la repolicromía de la micromuestra N° 6
	material sintético <sup>14</sup> en las capas de pintura de las repolicromías de las micromuestras N° 2-N° 3-N° 4y N° 8

<b>Repolicromías</b>	<b>N°</b>	<b>N° de repolicromías</b>	<b>capas intermedias entre repolicromías</b>
	N° 1	1	nuevo aparejo de carbonato cálcico y cola de origen animal
	N° 2	1	cola de origen animal
	N° 3	1	cola de origen animal
	N° 4	2	cola de origen animal separando las dos repolicromías
	N° 5	1	cola de origen animal
	N° 6	1	nuevo aparejo de yeso y cola de origen animal
	N° 8	2	la primera repolicromía aplicada sobre un nuevo aparejo de yeso y cola de origen animal y entre la primera y la segunda repolicromía cola de origen animal

Madrid, 17 de noviembre de 2004

Realizado por:

*Andrés Sánchez Ledesma.*

*Ldo. Bioquímica*

*María Jesús Gómez García*

*Lda. Farmacia*

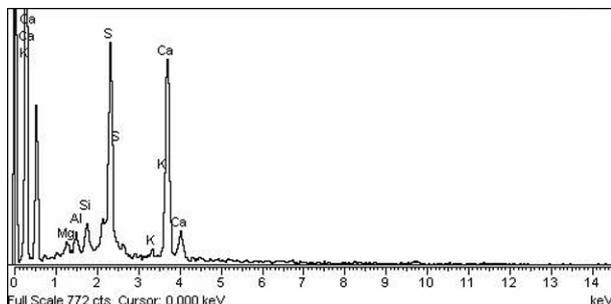
*Especialistas en análisis para la documentación y restauración de obras de arte*

*Arte-Lab S.L.*

<sup>14</sup> Se ha podido comprobar que el aglutinante utilizado en estas capas de pintura corresponde a un material sintético, sin embargo la cantidad que se ha podido extraer del mismo, no es suficiente como para poder definir de forma más precisa a que tipo de material sintético corresponde

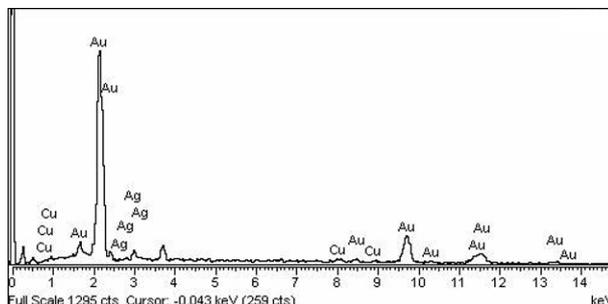
## ANEXO

A continuación se presentan los espectros más significativos obtenidos de los análisis mediante SEM-EDX.



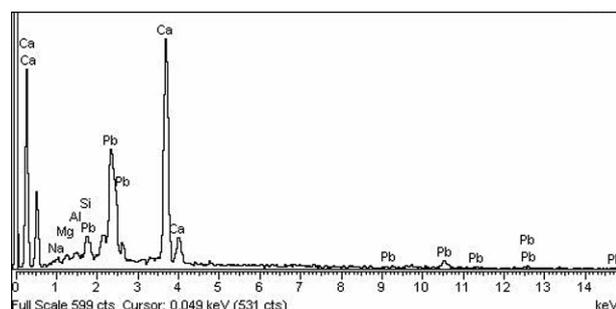
**Figura 1.-** Espectro EDX obtenido del análisis realizado sobre la capa superior de aparejo de la micromuestra N° 1

**Figura 3.-** Espectro EDX obtenido del análisis realizado sobre la capa de pintura de color verde (capa 3) de la micromuestra N° 2

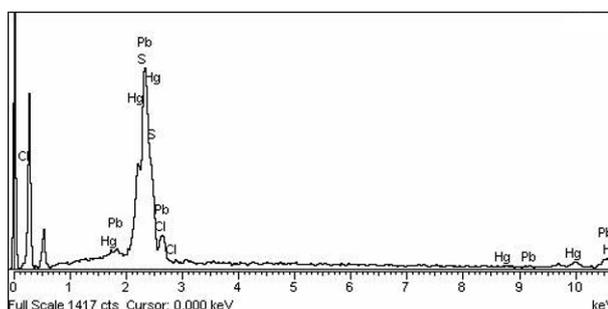


**Figura 2.-** Espectro EDX obtenido del análisis realizado sobre la lámina metálica (capa 3) de la micromuestra N° 1

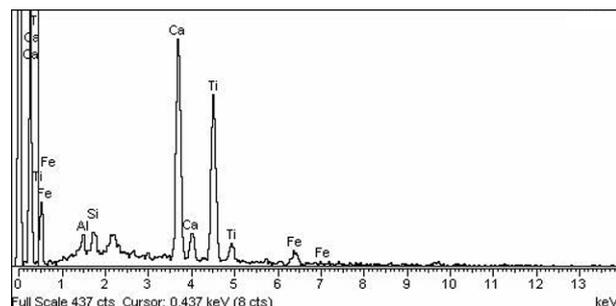
**Figura 4.-** Espectro EDX obtenido del análisis realizado sobre la capa de color azul claro (capa 5) de la micromuestra N° 4



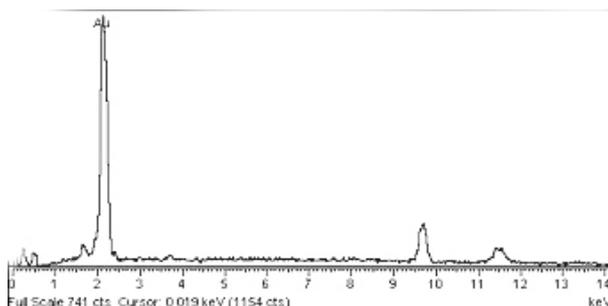
**Figura 5.-** Espectro EDX obtenido del análisis realizado sobre la capa de pintura de color pardo oscuro (capa 3) de la micromuestra N° 5



**Figura 6.-** Espectro EDX obtenido del análisis realizado sobre la capa de color rojo (capa 7) de la micromuestra N° 6



**Figura 7.-** Espectro EDX obtenido del análisis realizado sobre la capa de color azul (capa 7) de la micromuestra N° 8



**Figura 8.-** Espectro EDX obtenido del análisis realizado sobre la lámina metálica de la micromuestra N° 9