

# TFG

---

## ESTUDIO TÉCNICO Y PROCESO DE INTERVENCIÓN DE TRES YUGOS DE PRINCIPIOS DEL S. XX.

Presentado por Andrea Martín Doménech

Tutor: José Vicente Grafiá Sales

Cotutor: José Manuel Simón Cortés

Facultad de Bellas Artes de San Carlos

Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales

Curso 2019-2020



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

## RESUMEN

En este trabajo de fin de grado se presenta el caso de estudio de tres yugos de principios del siglo XX, de los cuales se desconoce el autor o taller de procedencia. Este se aborda mediante la contextualización de las piezas a través de su registro técnico-histórico. Al desconocer su procedencia, se realiza una aproximación documental de su origen y cronología por medio de la comparación con piezas similares y la búsqueda bibliográfica.

En base a los datos obtenidos sobre este tipo de instrumentos, se lleva a cabo un análisis de su estado de conservación y la detección de los factores de degradación tanto extrínsecos como intrínsecos. Atendiendo a sus patologías y los estudios previos, se desarrolla una metodología de intervención, planteando los posibles tratamientos idóneos para cada caso.

Esta propuesta de conservación pretende favorecer la perdurabilidad de las tres piezas. El proyecto se lleva a cabo porque pese a que ya no se emplean este tipo de aparejos, forman una parte importante del desarrollo histórico del instrumental empleado en la labor agrícola en nuestra cultura.

**PALABRAS CLAVE:** Yugo, apero agrícola, principios del S. XX, soporte lúneo, madera policromada.

## RESUM

En aquest treball de fi de grau es presenta el cas d'estudi de tres jous de principis del segle XX, dels quals es desconeix l'autor o taller de procedència. Aquest s'aborda per mitjà de la contextualització de les peces a través del seu registre tècnic-històric. Al desconéixer la seua procedència, es realitza una aproximació documental del seu origen i cronologia per mitjà de la comparació amb altres peces semblants i amb l'ajuda de recerca bilbiogràfica.

Basant-se en les dades obtingudes sobre aquest tipues d'instruments, es deu a terme un anàlisi del seu estat de conservació i la detecció dels factors de degradació tant extrínsecs com intrínsecs. Atenent a les seues patologies i amb els estudis previs, es desenvolupa una metodologia d'intervenció, plantejant els possibles tractaments idonis per cada cas.

Aquesta proposta de consevació pretén afavorir la perdurabilitat de les tres peces. El projecte es du a terme perquè a pesar de que ja no s'utilitzen aquest tipues d'aparells, formen una part important del desenvolupament històric de l'instrumental empleat en la labor agrícola de la nostra cultura.

**PARAULES CLAUS:** Jou, aparell agrícola, principis del S. XX, material ligni, fusta policroma.

## ABSTRACT

This end-of-degree work presents the case study of three yokes from the early XX century, whose author or workshop of origin is unknown. This is approached through the contextualization of the pieces through their technical-historical register. Since we do not know its origin, we make a documentary approximation of its origin and chronology by means of comparison with similar pieces and a bibliographic search.

Based on the data obtained on this type of instruments, an analysis of their state of conservation and the detection of both extrinsic and intrinsic degradation factors is carried out. Taking into account their pathologies and previous studies, an intervention methodology is developed, considering the possible ideal treatments for each case.

This conservation proposal aims to promote the durability of the three pieces. The project is carried out because although this type of equipment is no longer used, it forms an important part of the historical development of the instruments used in agricultural work.

**KEYWORDS:** Yoke, agricultural implement, early XX century, wooden support, polychrome wood.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>7</b>
<b>4. ESTUDIO Y DOCUMENTACIÓN DE LOS YUGOS</b>	<b>9</b>
<b>4.1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA</b>	<b>9</b>
<b>4.2. ASPECTOS TÉCNICOS</b>	<b>14</b>
<b>4.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	<b>19</b>
4.3.1. FACTORES DE DETERIORO	19
4.3.2. PATOLOGÍAS	20
<b>5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN</b>	<b>22</b>
<b>5.1. CRITERIOS</b>	<b>22</b>
<b>5.2. ANÁLISIS PREVIOS</b>	<b>23</b>
<b>5.3. PROCEDIMIENTOS Y MATERIALES</b>	<b>24</b>
5.3.1. LIMPIEZA MECÁNICA	24
5.3.2. DESINSECTACIÓN	25
5.3.3. TRATAMIENTO DEL METAL	26
5.3.4. LIMPIEZA QUÍMICA	28
5.3.5. BARNIZADO	28
<b>6. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA</b>	<b>29</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>33</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>37</b>

# 1. INTRODUCCIÓN



**Fig. 1.** Imagen donde se muestra el sistema de arado mediante yugo en épocas anteriores.

Este trabajo de fin de grado se centra en el proceso de intervención de tres yugos de mediados del siglo XX. En este caso se ensayan los procesos de conservación y restauración de objetos escultóricos en soporte lúneo. Se han seleccionado estas piezas debido a que no son objetos comúnmente estudiados en este ámbito y forman parte de la evolución de nuestra cultura.

Este tipo de aperos no son muy empleados en la actualidad, por lo que es interesante llevar a cabo el análisis de elementos que poco a poco van entrando en desuso. El propósito de este tipo de trabajos es impedir que se pierda el conocimiento de estos objetos en tiempos futuros, permitiendo su reconocimiento en nuevas generaciones.

Para ello se lleva a cabo el estudio de las piezas tanto a nivel histórico como compositivo. Es relevante conocer la procedencia y funcionalidad de las piezas para poder desarrollar la propuesta intervención. Los tres yugos pertenecen al mismo propietario, el cual cuenta con una colección de aperos de labranza adquiridos a lo largo de los años en diversas partes de España. Cada uno de ellos fue obtenido tras su compra en diferentes rastros, por lo que se desconocen por completo sus orígenes. Actualmente se encontraban en el domicilio del propietario en Benetússer.



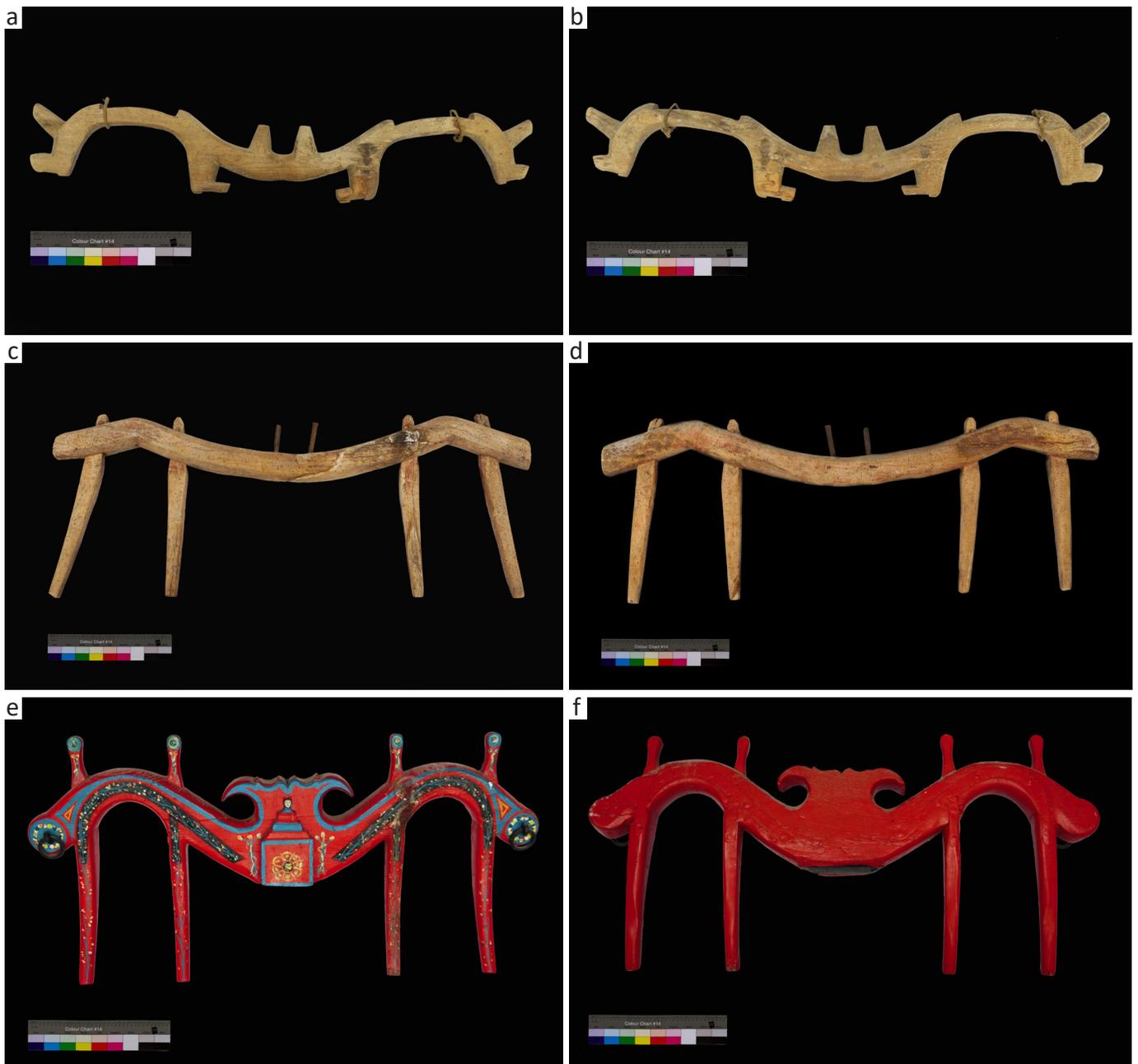
**Fig. 2.** Pareja de bueyes uncidos mediante un yugo de cuello.

Se ha seguido una metodología a través de la cual se desarrolla una documentación total del estado de las piezas inicial, el proceso de intervención y los resultados del proyecto. Tras la recepción de las piezas se realiza el registro inicial.

A través de diversas fuentes de información, se ha llevado a cabo la aproximación histórica de los yugos. Se han estudiado el origen de estas herramientas de forma general y específica. Es necesario identificar las propiedades individuales de cada uno de los yugos. Para ello, se lleva a cabo diversos exámenes de las piezas para conocer su composición y el estado de conservación en el que se encuentran.

Ha sido necesario el reconocimiento de las causas y patologías de cada uno de ellos para la selección de los materiales y técnicas adecuados. Además de las características propias del soporte lúneo, se han tenido en cuenta las propiedades de los pequeños elementos metálicos compositivos de la piezas, en los sistemas de intervención. Los procesos se han desarrollado por fases y de forma independiente para cada uno de los yugos, ya que los puntos a seguir son similares en los tres casos, pero no los materiales, debido a que uno de ellos cuenta con policromía. Las técnicas llevadas a cabo han buscado la mayor efectividad y a la vez la mínima intrusión.

Además de la intervención directa de las piezas, se ha llevado a cabo un estudio de las características del espacio de conservación de los yugos. A través de las medidas propuestas de conservación preventiva se espera que las piezas se encuentren protegidas de los factores de degradación del entorno.



**Fig. 3.** Registro fotográfico de los yugos en el momento de su recepción: a) Vista A del yugo n°1. b) Vista B del yugo n°1. c) Vista A del yugo n°2. d) Vista B del yugo n°2. e) Vista frontal del yugo n°3. f) Vista trasera del yugo n°3.

## 2. OBJETIVOS

Como base fundamental de desarrollo del trabajo, se han marcado una serie de objetivos a alcanzar. El objetivo principal ha sido desarrollar un proceso real de intervención en el ámbito de la conservación y restauración de obra sobre soporte lígneo, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante el grado. Para ello, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las características propias de cada una de las piezas y evaluar el estado de conservación.
- Elaborar un estudio de contextualización a través de diversas fuentes de información y sintetizar una aproximación histórica de las mismas.
- Generar una propuesta de intervención, capaz de adaptarse a las necesidades de cada una de las piezas, atendiendo a los estudios previos realizados.
- Ejecutar los procesos planteados, valorar los resultados y argumentar las conclusiones de los mismos.
- Redactar un informe técnico en el cual se documenten todos los aspectos del trabajo realizado.

## 3. METODOLOGÍA:

Mediante la determinación de los objetivos que se persiguen en el proyecto, se ha planteado la siguiente metodología, a través de la cual se establecen los puntos y medios de actuación por fases:

1. Documentación individual de cada yugo: fotografías iniciales, medición de dimensiones, ubicación y estudio del entorno en el que se encuentran. Elaboración de un dibujo técnico representativo de medidas, perfiles y decoraciones.
2. Estudio histórico-estético general a través de una búsqueda bibliográfica en bases de datos, bibliotecas y artículos online entre otros. Comparación mediante piezas similares: archivos fotográficos y piezas de museos. Desarrollo de una aproximación documental sobre su cronología y procedencia.
3. Evaluación y diagnóstico del estado de conservación: identificación de patologías y causas. Recopilación de datos en la ficha técnica correspondiente a cada pieza y diseño de mapas de daños representativos.
4. Investigación sobre materiales y técnicas de intervención atendiendo al tipo de soporte, mediante la aportación bibliográfica, apoyo en otros

trabajos e información obtenida durante el curso. Toma de decisiones para solventar la problemática de las piezas, a través de un criterio personal. Valoración de la posibilidad de llevar a cabo el proyecto según los recursos: disponibilidad de tiempo, materiales, espacio de trabajo, etc., y finalmente la selección de procesos a realizar.

5. Análisis de la obra: pruebas y compatibilidad del soporte a los materiales a emplear.
6. Proceso de intervención por fases.
7. Desarrollo de un plan de conservación preventiva.
8. Proceso de evaluación de los resultados obtenidos y elaboración de las conclusiones obtenidas del proyecto.
9. Elaboración del archivo documental de todos los procesos y resultados.

## 4. ESTUDIO Y DOCUMENTACIÓN DE LOS YUGOS

En los siguientes puntos se expone la información estudiada sobre las obras. Se parte de una información más general acerca del origen de estos instrumentos, cronología y funcionalidad. Tras su contextualización se ha focalizado en el estudio individual de cada uno de ellos, puesto que no tienen la misma procedencia y sus aspectos técnicos son diversos.

Para finalizar el estudio, se ha analizado el estado en el que se encuentra cada uno de los yugos, las causas de deterioro y sus respectivas patologías. Todos estos datos son clave para el posterior desarrollo de la propuesta de intervención y el plan de conservación preventiva.

### 4. 1. APROXIMACIÓN HISTÓRICA



Fig. 4. Dibujo de Pisanello donde aparece una pareja de bueyes bajo un yugo (yunta), caminando hacia la izquierda.

Un yugo es una herramienta tanto de madera como de hierro de una sola pieza en forma de dos arcos simultáneos, la cual se emplea en el mundo agrícola. El origen de este término proviene de la palabra latina “*iugum*”, la cual significa unión. Su función es mantener unidos los cuellos de los animales de tiro de carrozas o carros, generalmente bueyes. Esta pareja de bueyes se conoce como *yunta* (Fig. 4) y eran usados en la labra del campo, provocando profundos surcos en la tierra que facilitaban la siembra de las semillas.

Otro uso de este instrumento también era el transporte de objetos pesados los cuales se situaban colgados del centro y extremos. El tamaño y uso podía variar dependiendo de la zona en que se emplease.

También se conocen otros animales de carga como mulas o caballos, pero para poder emplearlo era necesario que ambos fueran de la misma especie, lo contrario provocaría un desnivel de fuerza y el arado del campo saldría defectuoso.

Normalmente situaban bajo el yugo un buey maduro en pareja con otro joven. De este modo el buey joven se veía limitado y seguía la dirección que seguía el otro, lo cual le servía de entrenamiento. Estos animales debían tener mucha fuerza en el cuello para poder soportar el gran peso de los yugos y tirar del carruaje. La estructura del apero solo permite tener un punto de apoyo de carga, con lo cual se debía equilibrar el peso entre ambos animales<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Información extraída de: *Diccionario de Agricultura práctica y Economía Rural: Volumen 3. y Rerum rusticarum: Libri III.*

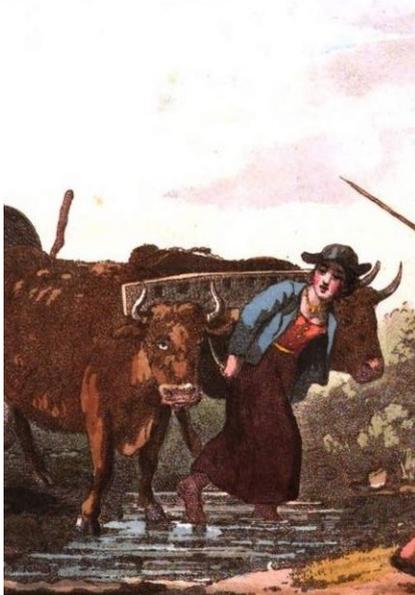


Fig. 5. Ilustración de un libro antiguo donde se observa un carruaje uncido por un yugo cornal.

Fig. 6. Ilustración similar a la anterior con otro tipo de yugo cornal.

En el caso de los bueyes, se empleaba el llamado **yugo cornal**. Este constaba de madera tallada con dos arcos, los cuales se unían a los cuernos del animal mediante correas. En cambio, si se empleaba una pareja de mulas o caballos como medio de tiro, se empleaba la **canga**, una herramienta de madera reforzada por abrazaderas y pletinas de hierro en diversos puntos. La estructura se conformaba de dos partes curvas, unidas por una recta en el centro. La canga contaba con cuatro listones de hierro curvos, denominados costillas. Estos se situaban entre los cuellos de los animales, limitando su movimiento y mejorando el apoyo de la estructura.

Por otro lado, se conoce el **cangón**, el cual se empleaba en el caso de que hubiera un único animal de carga. Los yugos comunes de bueyes se solían encargar a un carpintero, en cambio el yugo para mulas se elaboraba por el aperador o labrador del cultivo.

Hay diversos tipos de yugos en función del tipo de animal de tiro. La anatomía de dicho animal va a condicionar el uso de un sistema u otro. Para los animales con cornamenta (bueyes, vacas, etc.) se emplea tanto el agarre yugular como cornal. En el caso del buey es más eficiente el yugular puesto que permite una mayor tracción.

1. **Yugo de cabeza o cornal:** como su nombre indica se coloca sobre la cabeza por el revés de las astas del animal y se sujetan a la frente y cuernos mediante tirantes (Fig. 5 y 6). También se podían colocar por delante de la cornamenta. Este proporcionaba una mejor línea de tiro, pero resultaba más incómodo para el animal, ya que le impedía mover libremente la cabeza. Es por ello que, el animal precisaba de un mayor proceso de adiestramiento. Para las parejas de mulas se empleaba la canga, la cual se formaba por dos partes curvas unidas por una recta en el centro.
2. **Yugo regulable:** yugo que mediante un mecanismo permite elongar o reducir su tamaño. Tiene una estructura central generalmente de acero que permite variar la amplitud del trabajo.
3. **Yugo de cuello o yugular:** se sitúa sobre la parte posterior del cuello y no precisa de tantas ataduras como el de cabeza, es más estable y solo requiere una tira de fijación. Se empleaba cuando se trataba de asnos, mulas o caballos, ya que estos no tienen cornamenta. Mediante este sistema el animal transfería su fuerza a través de sus primeras vertebrales dorsales. Este es el sistema de uso más extendido y el que se empleaba desde el imperio romano.



Fig. 7. Antigua estatua ceremonial del imperio sumerio en la cual ya aparece la yunta mediante yugo.<sup>3</sup>

4. **Yugo individual:** es el empleado cuando se dispone de un solo animal. En este caso las cuerdas de tiro van a los laterales y se sitúan en ambos extremos del yugo.

5. Otra variante encontrada era el **yugo de tres**. Se utilizaba en el caso de querer domar a un buey joven, al cual se le situaba en el centro entre dos bueyes mansos. De este modo el buey rebelde se veía obligado a seguir el ritmo de los más dóciles<sup>2</sup>.

Este instrumento surgió tras la necesidad de mejorar la labor agrícola. El auge del arado de arrastre mediante yunta de bovinos domésticos se remonta a la Mesopotamia del 3400 a.C. En el segundo milenio a.C. se evidencia el uso de este sistema en diferentes zonas (entre ellas Mesopotamia, China o Suecia).

El origen del sistema de arado tradicional se atribuye al imperio romano. Este contaba con una esteva como guía y una reja de hierro la cual labraba la tierra. También se conoce su uso en Egipto durante el Imperio Medio (1991-1783 a.C.) a través de una arado de doble macera en el cual ya se incorporaba el uso del yugo. Se situaba sobre el hueso frontal y se ajustaba mediante correas (Menard 2003).



Fig. 8. Figura de madera como ofrenda de una tumba del Imperio Medio (1991-1783 a.C.).

Previamente a la aparición del yugo, se conocen otros instrumentos cuya función era similar. A través de grabados, pinturas, dibujos o figuras de terracota encontradas, se conoce que, desde la Edad de Bronce sumeria y el Antiguo Egipto, se empleaban tanto yugos cornales como yugulares (Fig. 7). Fue muy influyente en la antigüedad clásica greco-romana tanto en carros ligeros de paseo como para el transporte. En algún momento debió entrar en desuso el sistema cornal, para dar paso al yugular que es el empleado actualmente.

Se ha encontrado diversa información sobre la aparición de estos dos tipos: cornal y yugular. El yugo de cuello aparece en épocas anteriores al Neolítico Final Europeo anteriores al (2500 a.C.) en zonas como Suiza. También se hallan datos en Escocia, durante la Edad del Bronce (1950-1525 a.C.). Era frecuente el uso de este en Grecia y Roma, habitualmente empleando caballos para el tiro de carros como medio de transporte.

<sup>2</sup> Información extraída de la Revista educativa Partesdel.com. Disponible en: <<https://www.partesdel.com/yugo.html>>, *El trabajo en la antigüedad I: Agricultura-industria y Agricultura general* de la Real Sociedad Económica Matritense.

<sup>3</sup> Estatua de bronce, fundido a la cera perdida. Exvoto que representa a dos figuras de animales, caballos, unidos por un yugo. En contextos de poblados se asocia a las faenas agrícolas, al transporte y a la tradición ganadera de la economía ibérica. 400[ac] (S. IV-I a.C.). Procede de las excavaciones realizadas en 1917, publicado en Memorias de la Junta Superior de Excavaciones.



Fig. 9. Figura de bronce del siglo IV-I a.C. donde aparecen dos caballos uncidos por un yugo de cuello.

En la obra de Homero, La Iliada se hace mención del sistema usado en esta época:

*“Como, uncidos al yugo dos bueyes de ancha frente para que trillen la blanca cebada en una era bien dispuesta, se desmenuzan presto las espigas debajo de los pies de los mugrientos bueyes. [...] Descolgaron del clavo el corvo yugo de madera de boj, provisto de anillos, y tomaron una correa de nueve codos que servía para atarlo. Colgaron después el yugo sobre la parte anterior de la lanza, metieron el anillo en su clavija, y sujetaron a aquél, atándolo con la correa, a la cual hicieron dar tres vueltas a cada lado y cuyos extremos reunieron en un nudo.”* (Homero 1998).

Por otro lado, el mecanismo cornal se sitúa en la península Ibérica desde la prehistoria. Este, se popularizaría a través de las Islas Canarias, Baleares y Cerdeña. A su vez en Galicia, Portugal y Pirineos, predominaría el uso del yugo de cuello. Se reconocía el uso de este sistema por los nativos, previamente a su llegada de los romanos a la península. Columela, escritor agrónomo romano de la Antigüedad Clásica del Siglo I d.C., recomendaba el uso del sistema yugular frente al cornal. En sus escritos decía que, al tirar con los cuernos, el animal ejercía mayor fuerza, lo cual rompía la tierra (Herrera 1818).



Fig. 10. Dibujo de W.H. Jackson sketch titulado “Yoking a Wild Bull” del 1939 <sup>5</sup>.

En Alemania, se empleaban sujetando individualmente al animal mediante unos arcos de madera atados a sus encornaduras y posados sobre su frente. Otra variante de este método se encontraba en la República Dominicana, donde la sujeción mediante los tirantes no se situaba sobre la frente del animal, simplemente se enlazaban a las astas, las cuales transmitían únicamente toda la tracción.

En América se empleaban ambos tipos en función de la zona y del país colonizador de esta. El método cornal se extendió por Canadá a través de la influencia francesa, y en Hispanoamérica por la española. En cambio, el método yugular fue más frecuente en Estados Unidos y Brasil, proveniente de la costumbre portuguesa <sup>4</sup> (Martínez 2012).

<sup>4</sup> Información extraída de: *Útiles y máquinas agrícolas anteriores a la revolución industrial*. Disponible en: <<https://www.coiaclc.es/wp-content/uploads/2016/05/Utiles.pdf>> y *El YUGO. Maneras de uncir*. Disponible en: <<http://www.soscaballolosino.com/Entrada-razasautoctonas/2-Entrada%20vacas/Yugo.htm>>

<sup>5</sup> Dibujo perteneciente al Codex Vallardi (colección de dibujos que comprende 378 hojas) adquirido por el Louvre en marzo de 1856 del comerciante de antigüedades milanés, Giuseppe Vallardi



Fig. 11. Manuscrito en tinta de José Luis de Arrese para la Falange Española Tradicionalista y de las Juntas de Ofensiva Nacional-Sindicalista.

El principal foco de uso de esta herramienta se encuentra en España, principalmente en los alrededores de Castilla de La Mancha. También hay otras áreas europeas donde se conoce su uso: Bélgica, Francia, Suiza, Cerdeña, etc.

*“Unidos los dos animales con el yugo de una pieza, ninguno puede moverse sin que el otro perciba el contragolpe, una sacudida que produce fuerte conmoción sobre el cráneo, y a veces lesiones en la base de los cuernos. [...] ...aconsejamos usar el yugo articulado, formado por dos yugitos, uno para cada buey, unidos entre sí por un eslabón o doble gancho, formando la articulación. Por este sistema, la unión de los bueyes para los efectos del tiro, y a la vez quedan más libres en sus movimientos, sin que sufran por las sacudidas del uno al otro, ni por los desniveles del camino.” (El Rio Navia 1914).*

El uso de este instrumento se popularizó tanto en la actividad agraria de los pueblos de Castilla La Mancha, que llegó a convertirse en un símbolo de nuestra propia cultura. Es por ello que, durante el reinado de los reyes católicos de castilla, se incorporó como emblema.

*“Las divisas más conocidas de los Reyes Católicos: el haz de flechas y el yugo se fundan en la inicial de los nombres de ambos: las flechas de Isabel y el yugo de Fernando. Cada uno usaba la correspondiente inicial del otro.” (Escandell 2004).*

Más adelante fue adoptado como icono de la simbología franquista formando parte de su escudo. Se estableció como símbolo de la Falange Española Tradicionalista de las JONS, nuevo y único partido del régimen, surgido de tras la unión de Falange Española de las JONS y Comunión Tradicionalista (carlistas) en el cual los miembros componentes eran monárquicos alfonsinos, derechista y agrarios. (Fig. 11)



Fig. 12. Detalle de la pieza adherida al soporte mediante PVA del yugo 1.

## 4. 2. ASPECTOS TÉCNICOS

En el siguiente apartado, se presentan los datos obtenidos mediante el análisis de las características de cada uno de los yugos. Para ello se realiza un examen riguroso de las piezas y su composición. Esta identificación permite conocer mejor el origen de cada uno de ellos, su estado de conservación y es determinante para la selección del plan de restauración.

Mediante la investigación y comparación con otros yugos encontrados en archivos locales y museos, se puede determinar la procedencia y cronología de estos tres yugos. Ninguno de los tres cuenta con firma, sello del autor o taller de elaboración. A través de la información proporcionada por la propietaria, las características y aspectos del soporte; se puede reconocer que datan del siglo XX. Son originarios de España, pero se desconoce la localidad exacta de procedencia (a causa de su comercialización carente de registro).

Se han confeccionado en madera maciza. En este siglo en España se mantenía un flujo comercial maderero con Francia, donde el tipo de madera más comúnmente empleada era la de pino y roble. Esta se empleaba para la elaboración de los aperos, trabajada mediante hacha. La azuela es la herramienta que se empleaba para hacer las colleras, ya que permite tallar en forma curva. Estas se establecen mediante una distancia determinada, las cuales permiten poder situar el cuello del animal cómodamente. Tras la talla de las colleras, se procede a perforar los agujeros que permitirán situar las costillas talladas de forma independiente.

Al examinar las piezas se observa que cuentan con diversos elementos metálicos, algunos de ellos poco visibles. Al no disponer de los recursos necesarios para llevar a cabo un diagnóstico mediante radiografías, se ha podido detectar la situación de todos los elementos metálicos a través de un imán. Este sistema ha posibilitado el reconocimiento de grandes placas metálicas en el yugo 3 que la capa pictórica impedía identificar visualmente.

Los tres yugos se han conservado de manera similar, debido a que, tras la adquisición por parte del propietario actual, han permanecido almacenados en el mismo entorno. Esto no implica que cada uno de ellos se ha podido alterar en diferente medida en función de sus propiedades.

### YUGO 1

Es un yugo cornal, el cual se ha confeccionado en una sola pieza. En uno de los extremos de las costillas, se encuentra una parte adherida mediante PVA (Fig. 12), bien a causa de una rotura de la pieza o por falta de materia en el periodo de elaboración, ya que no parece coincidir con el aspecto de la madera contigua.

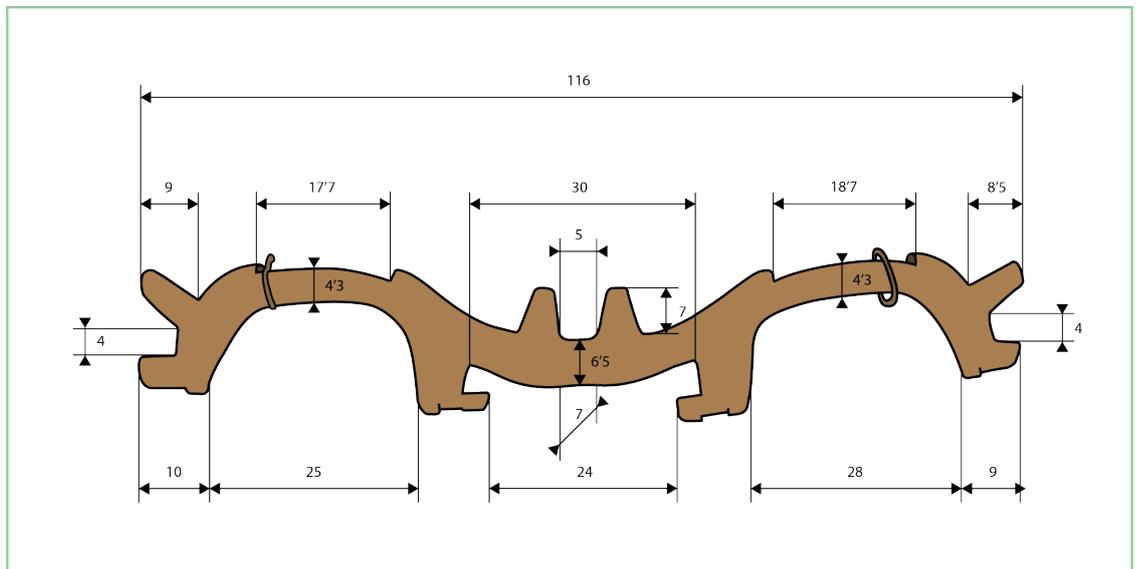


Fig. 13. Croquis de medidas del yugo 1.



Fig. 14. Detalle de uno de los cordeles del yugo 1.

Es el más pequeño de los tres. Tiene unas dimensiones de 16 x 116 x 7 cm y un peso de 2'820 kg. En las camellas (arcos donde se sitúan las nuca de los bueyes), se conservan dos cordeles que formarían parte de la coyunda empleada para sujetar el yugo al animal (Fig.14).

Tomando como referencia los orificios y cercos de óxido de hierro sobre el soporte, se ha podido reconocer que inicialmente había alrededor de veinte clavos de hierro, de los cuales se mantienen ocho. En el mapa de elementos metálicos (Fig. 15) se muestra la situación de los clavos perdidos.

A rasgos generales la pieza se encuentra en un estado de conservación aceptable, no cuenta con grandes pérdidas de soporte. La principal alteración de la pieza es el ataque xilófago.

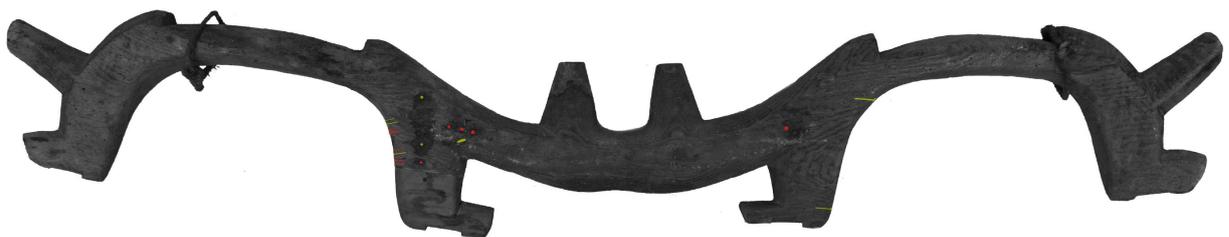


Fig. 15. Mapa de elementos metálicos en el yugo 2.

Clavos  
Orificios de clavos perdidos

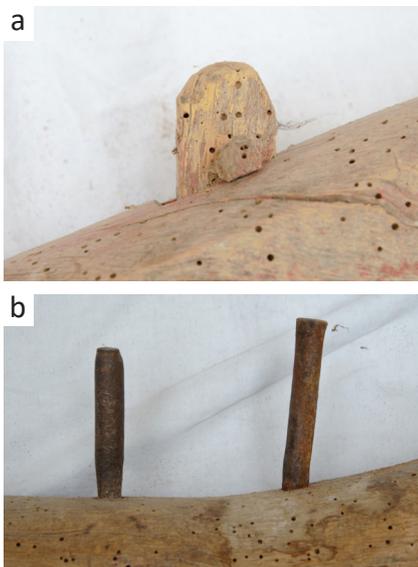


Fig. 16. Detalles de la composición del yugo 2: a) Sistema de sujeción de las costillas. b) Cuñas de hierro.

### YUGO 2

Se trata de un yugo de mulas. Consta de un bloque central de madera maciza a la cual se le han incorporado posteriormente las costillas. Sus dimensiones totales son 54 x 137 x 9cm (Fig. 17). Tiene un peso de 8'510 Kg y está compuesto de un total de cinco partes (el cuerpo y las cuatro costillas).

Las costillas se han colocado perpendicularmente a través de las pequeñas ventanas perforadas en el tronco central. Estas se han reforzado mediante pequeñas cuñas transversales talladas en la misma madera (Fig. 16a). En la parte central superior del yugo se encuentran las cuñas de hierro mediante las cuales se puede enganchar el apero para arar el campo (Fig. 16b).

La madera empleada cuenta con bastantes nudos los cuales han desencadenado pequeñas grietas sobre el soporte. A diferencia de los otros dos yugos, no presenta clavos ni ningún elemento metálico exceptuando las cuñas.

En general se encuentra en buen estado de conservación pese a haber sido fuertemente atacado por insectos xilófagos y hongos en menor escala.

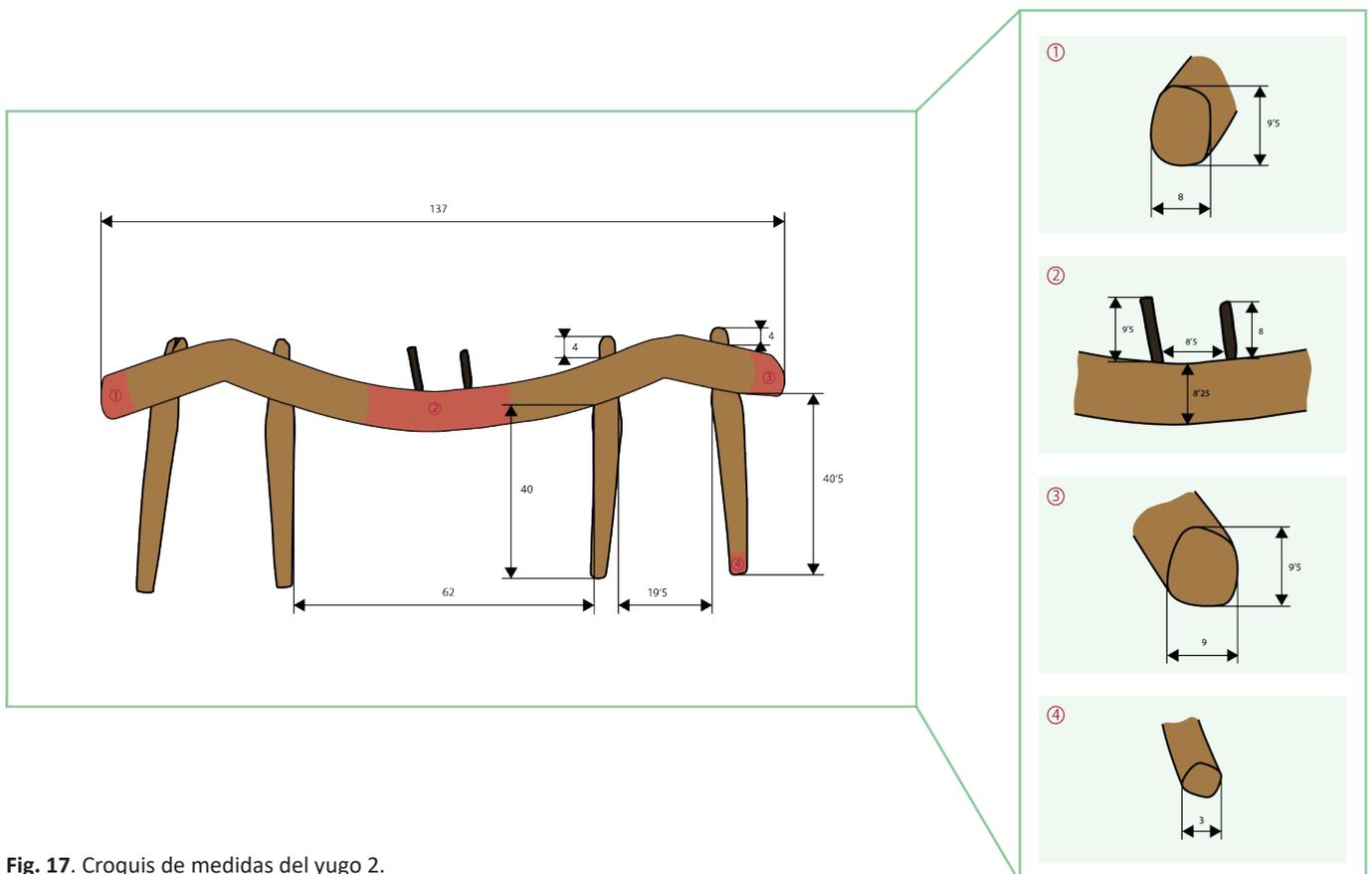


Fig. 17. Croquis de medidas del yugo 2.

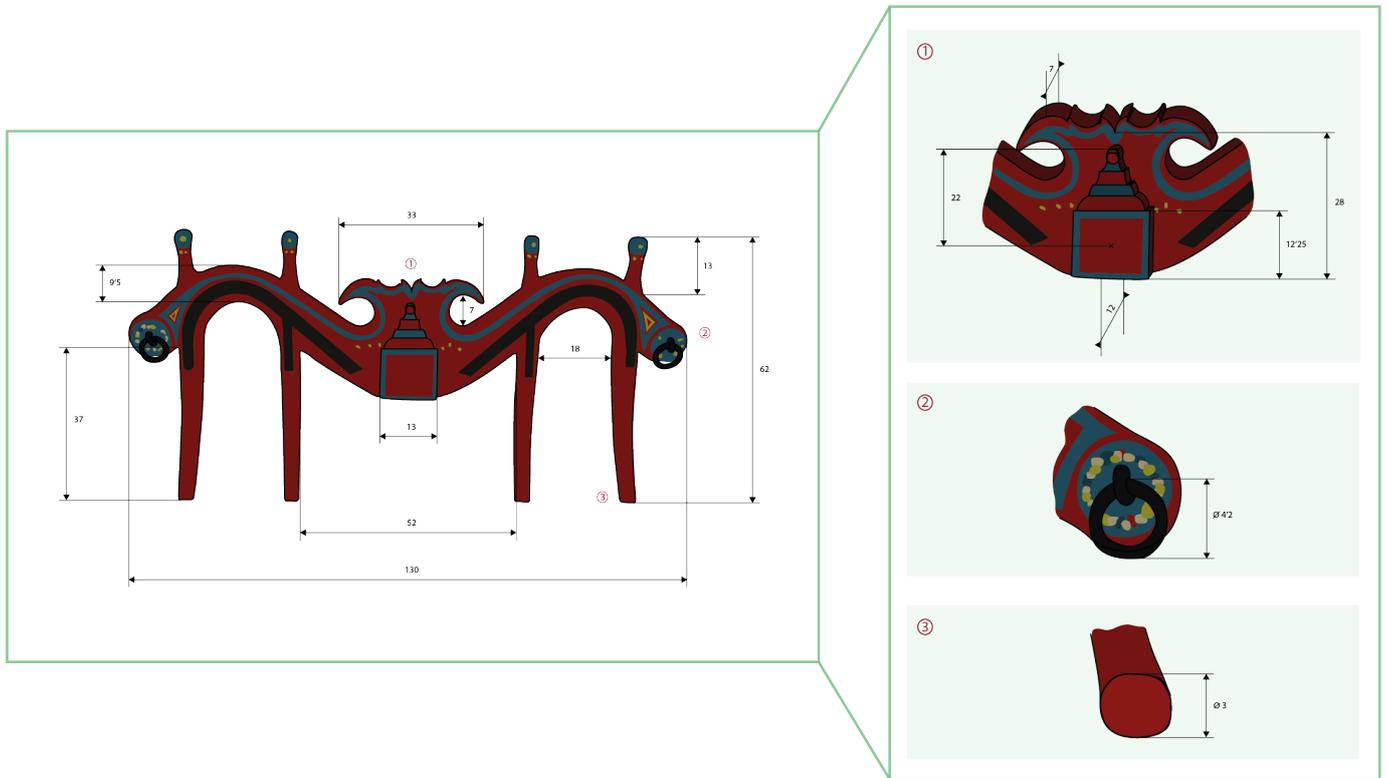


Fig. 18. Croquis de medidas del yugo 3.

### YUGO 3

Es un yugo de mulas y es el único de los tres con ornamentación. Sus dimensiones son 12 X 130 x 62cm. Tiene un peso de 16,530 kg.

Está policromado mediante una técnica de naturaleza grasa. Se puede reconocer que ha sido aplicada manualmente a brocha debido a que se perciben marcas direccionales de las cerdas. La pintura ha sido aplicada sobre la madera y metal sin preparación previa y no se ha protegido con ningún tipo de barniz. La gama cromática de la policromía consta de colores primarios (rojo, azul, amarillo y negro), mediante los cuales se han elaborado motivos florales (Fig. 20).



Fig. 19 y 20. Detalles de los motivos de la policromía del yugo 3.

El yugo cuenta con un total de 57 piezas de hierro. Se ha detectado la situación de todos los elementos metálicos a través del magnetismo de un imán, mediante el cual se ha descubierto grandes elementos de refuerzo en toda la composición el yugo (Fig. 21).

Este cuenta con 5 planchas y 33 botones de sujeción de las costillas. En los extremos tiene 2 anillas las cuales son la única parte del yugo que no está pintada. Por último, se han detectado 17 clavos.

Se encuentra en buen estado de conservación, la policromía permanece prácticamente intacta exceptuando en una de las costillas, la cual se ha visto afectada por humedad. Muestra una leve afección de insectos xilófagos, pero mucho menor a la de los otros dos yugos al actuar la policromía como protección.

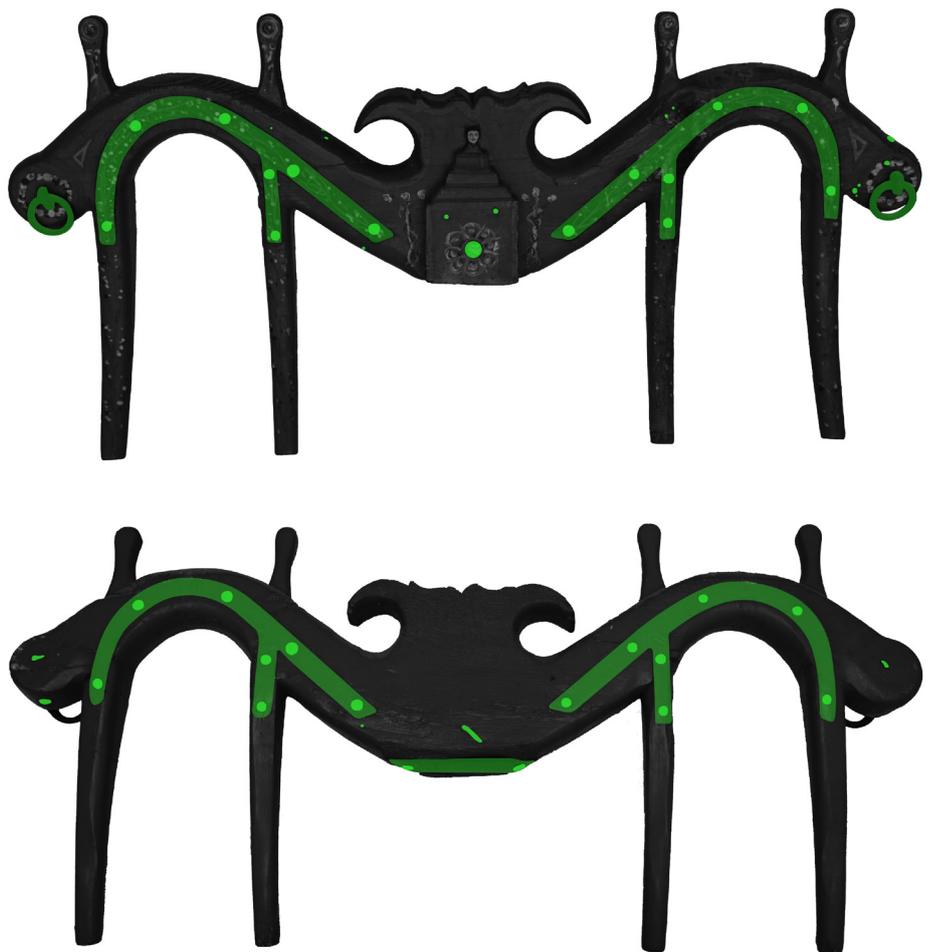


Fig. 21. Mapa de elementos metálicos hallados en el yugo 3.



Fig. 22. Vista al microscopio del *anobium punctatum*, extraído durante el proceso de desinsectación.

### 4.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN

El soporte lúneo tiene unas propiedades físicas que lo hacen susceptible a los cambios del entorno en el que se encuentra. La higroscopicidad de esta materia orgánica crea ciclos de sorción y desorción de humedad, afectando en su resistencia mecánica, elasticidad, dureza, aspecto y dimensionalidad. Por otro lado, los elementos metálicos también han sido condicionantes en el estado de conservación.

El aporte de humedad ha afectado a ambos materiales además de propiciar la aparición de microorganismos e insectos, los cuales se alimentan de la madera.

#### 4.3.1. FACTORES DE DETERIORO

La principal afección viene causada por factores ambientales. En este caso la acumulación de humedad ha favorecido la proliferación de hongos y el ataque de insectos xilófagos. También ha implicado la aparición de manchas sobre el soporte y la oxidación de los clavos de hierro dejando cercos en el soporte. Por otra parte, se observa acumulación de polvo y otros residuos.

En diferente medida, los tres yugos presentan agresión de insectos coleópteros. El *anobium punctatum* (carcoma común), ha atacado la madera de las piezas, alimentándose de la lignina y creando galerías internas. Se identifican por su coloración marrón-rojiza oscura, sus élitros punteados y por su vello amarillento (Fig. 22). Pueden llegar a medir entre 2-5mm. Con su madurez abandonan la madera en época cálida, creando orificios cilíndricos de entre 1 a 3 mm conectados al exterior (Fig. 23b).

Es el caso del yugo nº 1 y 2, los cuales presentan numerosos orificios y serrín interno. El tercer yugo a través del estrato pictórico y al contar con grandes elementos metálicos, ha estado mejor protegido.

Otra de las causas biológicas es la aparición de microorganismos. Los hongos desarrolladores (Basiomicetos) se establecen en ambientes de altas temperaturas y elevada humedad. Al igual que los insectos se alimentan de la lignina causando la putrefacción de la madera, la cual se deshace en fibras y se blanquea.

Otro factor causante de la degradación de los yugos ha sido la acción del ser humano. Esta se ve reflejada en el incorrecto mantenimiento de las piezas. Durante el periodo de almacenaje y transporte se han visto afectadas, causando múltiples rozaduras y fracturas en las piezas.

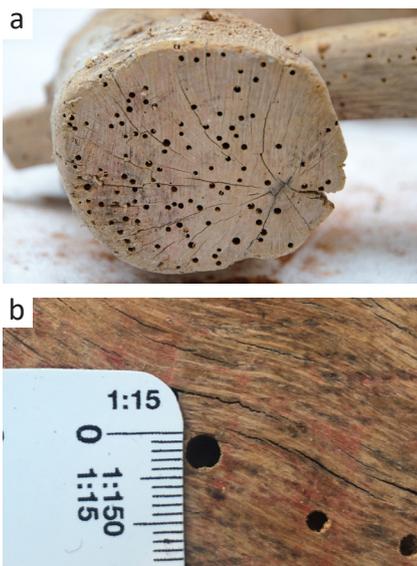
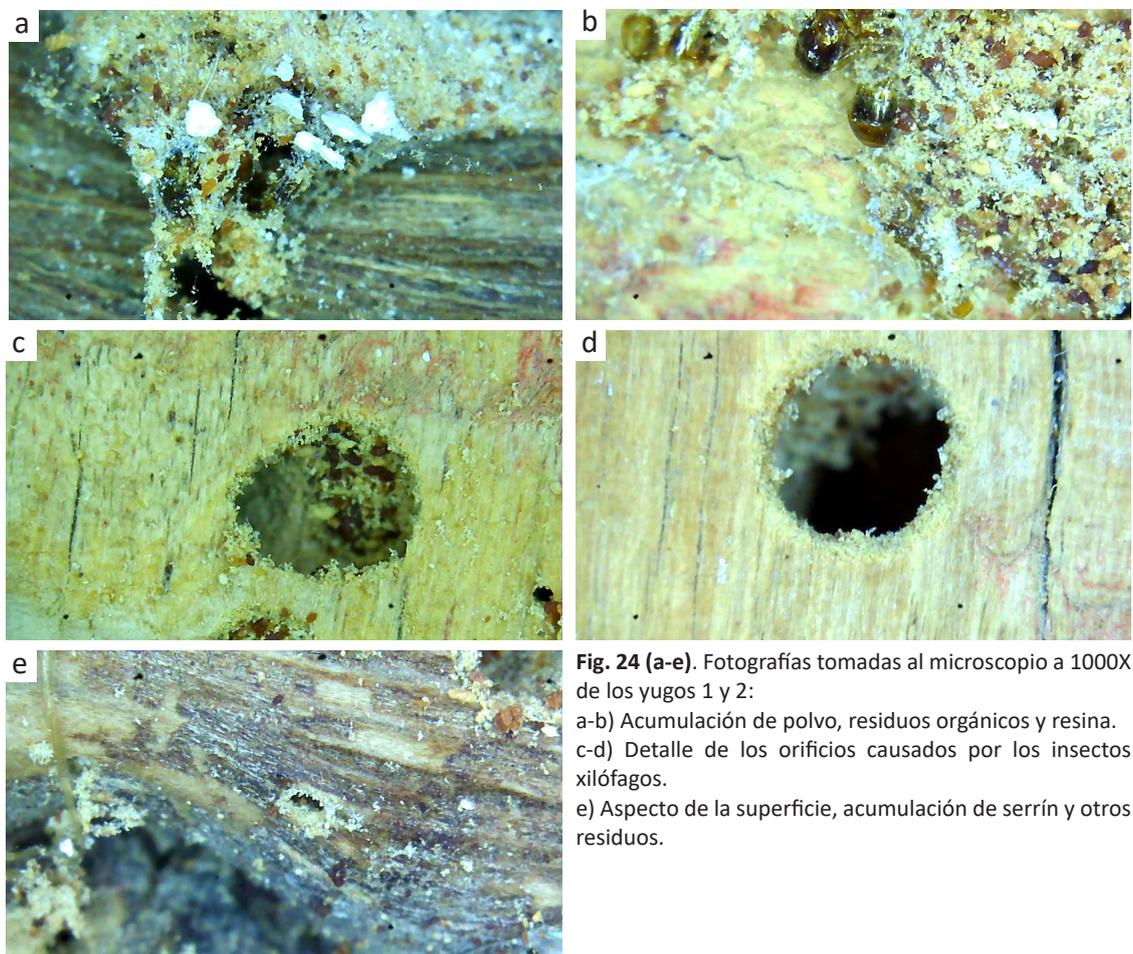


Fig. 23 (a-b). Detalle del daño causado por el ataque xilófago: a) lateral del yugo 2. b) Medición del diámetro de los orificios.

### 4.3.2. PATOLOGÍAS

Se identifican las patologías de cada uno de los yugos a través de los indicadores macroscópicos. Estos han sido analizados mediante una inspección organoléptica de las piezas. A rasgos generales se percibe que los tres yugos mantienen la mayor parte de su materia constitutiva. Ninguno de ellos presenta faltantes en el soporte, únicamente se ha perdido el porcentaje de materia de las galerías internas causadas por los insectos xilófagos.

Las patologías de los yugos han sido fácilmente reconocibles, pero para cerciorarse de los resultados se realiza un segundo examen a través del cual se observa el soporte con ayuda de la lupa binocular y microscopio USB. Mediante estos sistemas se visualiza la superficie de las piezas en diferentes aumentos (de 50 a 1000x) y con mayor iluminación. Este análisis ha permitido el reconocimiento del deterioro en mayor profundidad. Además, con el microscopio USB se ha podido realizar la toma de fotografías a través de las cuales se lleva a cabo el registro del estado de conservación de los mismos.

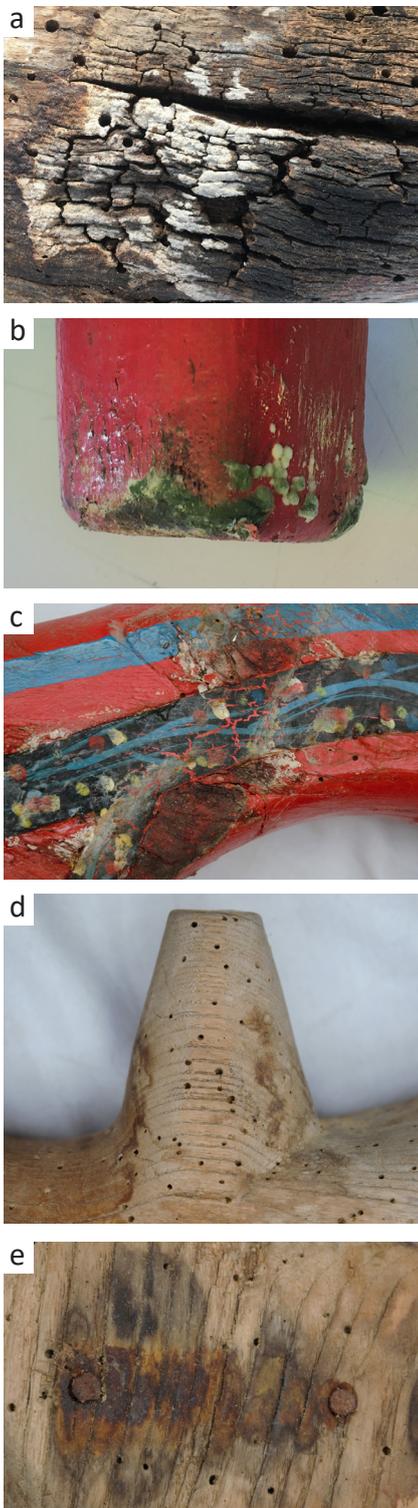


**Fig. 24 (a-e).** Fotografías tomadas al microscopio a 1000X de los yugos 1 y 2:

a-b) Acumulación de polvo, residuos orgánicos y resina.

c-d) Detalle de los orificios causados por los insectos xilófagos.

e) Aspecto de la superficie, acumulación de serrín y otros residuos.



**Fig. 25 (a-e).** Indicadores macroscópicos de los daños: a) Agrietamiento y cambio de coloración causado por microorganismos. b-c) Detalle del aspecto de los hongos del yugo polícromo. d) Alteración de la coloración del soporte causado por la humedad. e) Detalle del óxido de hierro proveniente de los clavos.

A continuación, se exponen los principales daños:

#### Grietas

Debido al aporte de humedad, la madera de los yugos 1 y 2 ha mermado provocando diferentes tensiones. Estas tensiones internas han llevado a la aparición de grietas en el soporte, favoreciendo nuevamente la infiltración de la elevada humedad, acumulaciones de residuos y aparición de microorganismos (Fig. 25a). Además, en función de la profundidad de las grietas, esto puede suponer un riesgo de rotura de la madera.

#### Pérdidas de soporte

Es el mayor daño en los yugos 1 y 2, estos se muestran a través de un gran número de orificios en la superficie. La cantidad de orificios y serrín extraído, permiten identificar el largo tiempo que el insecto permaneció en el interior de la madera creando galerías hasta su madurez. Esto ha provocado una disminución del posible peso inicial de los yugos y una menor resistencia. En el yugo nº 3, el ataque ha sido reducido, mostrando menos de 10 orificios en toda pieza.

#### Microorganismos

El yugo 2 cuenta con hongos establecidos en la mayoría de las grietas de la madera. En la imagen, (Fig. 25a) se percibe la zona de mayor gravedad. En el yugo 3 se encuentran depositados principalmente sobre una de las costillas y en menor medida en las bases (Fig. 25b). Estos no se encuentran fuertemente adheridos, debido a la impermeabilización de la madera favorecida por el estrato pictórico hidrófugo. En el caso nº2, se encuentran más arraigados al veteado de la madera.

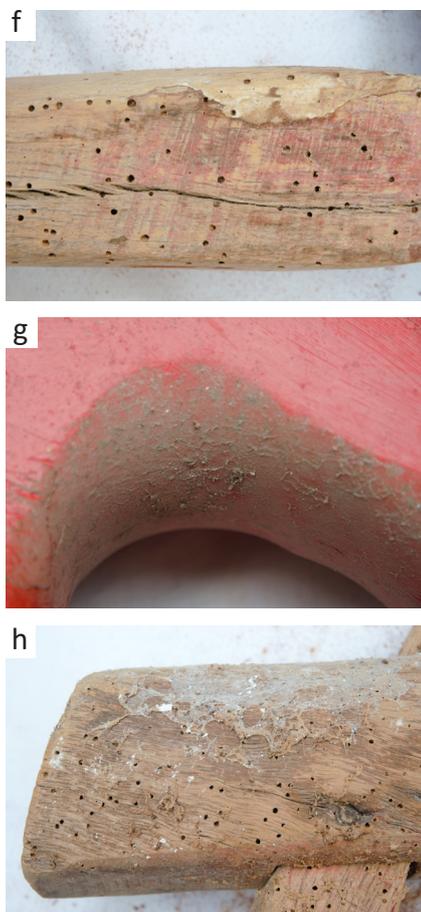
#### Manchas de humedad

Se encuentran principalmente sobre los yugos 1 y 2 (Fig. 25d). El arrastre de suciedad ha provocado el oscurecimiento en ciertas zonas. En el caso del yugo polícromo, se ha producido un agrietamiento del estrato pictórico. Se observa en la imagen, la zona de mayor afección de toda la pieza (Fig. 25c).

#### Óxido de hierro

El contacto de los clavos sin tratar con el entorno ha provocado la oxidación del metal, formándose óxido de hierro. El óxido provoca un aumento de tamaño del clavo aportando presión a la madera. Además, han aparecido manchas sobre el soporte de una radio de aproximadamente 2-3 cm (Fig. 25e).

En el caso del yugo nº2 las cuñas de hierro se encuentran cubiertas por óxido, ya que, durante la elaboración del apero, no se aplicó ningún tipo de protección al metal. el yugo nº1 es el más afectado de oxidación por la gran



**Fig. 25 (f-h).** Indicadores macroscópicos de los daños: f) Coloración de la madera causada por el roce. g) Polvo y suciedad superficial. h) Residuos orgánicos (telarañas).

cantidad de clavos que alberga. A través de la lupa binocular se reconoce que la corrosión del metal ha propiciado el apareamiento de minerales, principalmente goethita ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ) y limonita ( $\text{FeO}(\text{OH})\text{H}_2\text{O}$ ) en menor cantidad. Estos se encuentran sobre la superficie uniformemente por lo que su remoción no supondrá mucha dificultad.

#### Manchas de pintura

Aparecen en el yugo 2 diversos restos de pintura. Presenta salpicaduras y gotas de pintura blanca en la parte superior de procedencia desconocida. También tiene varias franjas de tonalidades rojizas. Estas deben de haber sido causadas por el rozamiento de la superficie, con el yugo polícromo durante su transporte o almacenaje ya que son de la misma coloración y muestran muescas y arañazos direccionados (Fig. 25f).

#### Suciedad superficial

A causa del incorrecto mantenimiento, los tres yugos presentan concreciones, polvo y residuos (Fig. 25g). También la gran cantidad de serrín desprendido de los orificios y galerías causadas por los insectos se ha depositado y acumulado sobre la madera. Se ha encontrado otros residuos orgánicos como telarañas en el lateral del yugo 2 (Fig. 25h).

## 5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

A través de los datos recogidos en el estudio de las piezas, se formula un plan de actuación acorde a las necesidades de los yugos con la finalidad de preservar las piezas en el mejor estado posible durante el mayor periodo de tiempo. El principal objetivo es erradicar los factores de degradación causantes de los daños y prevenir nuevos ataques. Se seleccionan de forma precisa los materiales y procesos a realizar adoptando un criterio acorde al proyecto.

### 5.1. CRITERIOS

El proceso por desarrollar busca la mínima intervención de las piezas. Se pretende frenar el deterioro de los yugos de la forma menos intrusiva posible, respetando el envejecimiento natural de la madera.

El aspecto actual de la superficie cubierta con orificios es causado por la interacción de la pieza con el entorno y forma parte de su historia, por lo que no se considera oportuno modificarlo.



**Fig. 26.** Prueba de solubilidad del estrato pictórico a diversos disolventes mediante hisopo. Detalle del proceso empleando alcohol.

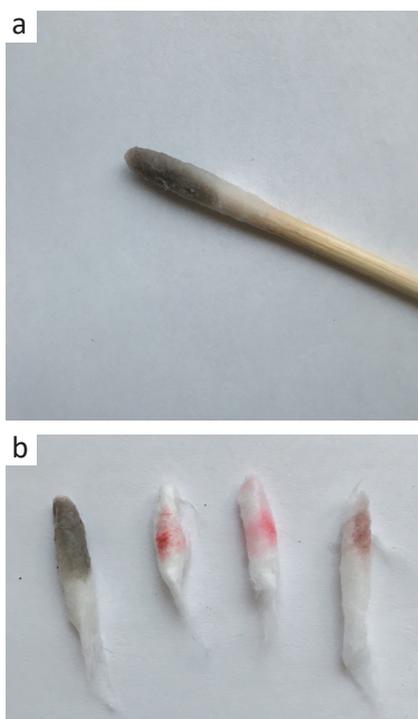
Por otro lado, al ser piezas de propiedad privada, se tiene en cuenta la opinión del propietario, el cual se muestra de acuerdo con el criterio propuesto. Es necesario conocer la posterior localización y circunstancias del entorno de la pieza para poder adecuar un plan de conservación.

La disponibilidad de tiempo y materiales también es un factor a tener en cuenta como criterio en la toma de decisiones. La selección de materiales y sistemas de intervención se realiza siempre desde la adecuación de estos a la obra, atendiendo a su compatibilidad y su reversibilidad. Para ello se realizan análisis previos a la restauración.

## 5.2. ANÁLISIS PREVIOS

Para determinar la naturaleza del estrato pictórico del yugo, se realizan diferentes catas con cuatro disolventes: agua, alcohol, acetona y esencia de trementina. Dependiendo del comportamiento que muestre, se reconoce si se trata de un compuesto graso o magro. Además, mediante esta prueba también se identifica si la pieza presenta algún tipo de protección o barniz, el cual no se ha detectado mediante el examen organoléptico.

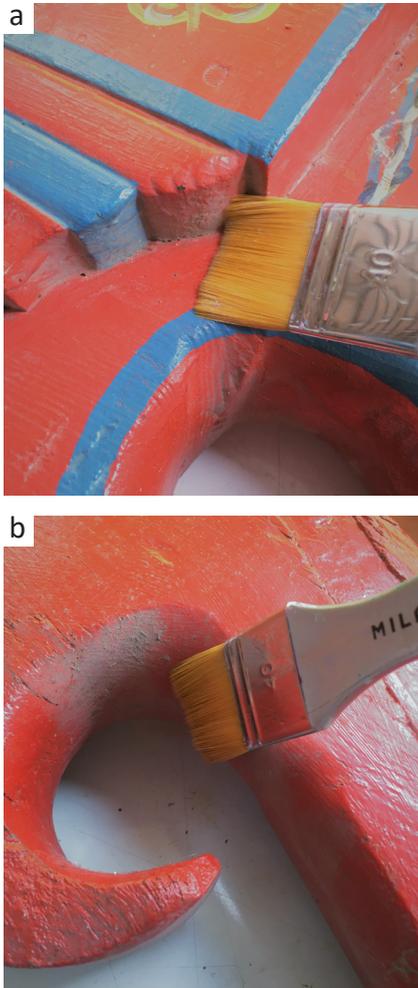
Los resultados de las pruebas confirman que se trata de una pintura apolar y que no consta de ninguna capa de protección. El hisopo impregnado en agua no interacciona en absoluto con el estrato pictórico, se trata de una materia hidrófuga. Como muestra la imagen (Fig. 27a), sí se retira la suciedad superficial, pero no modifica la superficie de la policromía.



**Fig. 27 (a-b).** Detalle de los resultados del examen de solubilidad del estrato pictórico: a) Hisopo impregnado en agua. b) Comparación de los hisopos obtenidos con los cuatro disolventes

**Tabla 1.** Resultados de las pruebas de solubilidad del estrato pictórico a: 1. Agua destilada, 2. Alcohol, 3. Acetona y 4. Esencia de trementina.

Disolvente	Efectividad	Reblandecimiento	Conclusión
1. Agua destilada	Únicamente retira la suciedad	No provoca reblandecimiento	Apto para limpieza
2. Alcohol	Interacciona bastante con la pintura	Reblandece la policromía	No apto para limpiezas
3. Acetona	Interacciona con la pintura	Reblandece poco	No apto para limpiezas
4. Esencia de trementina	Disuelve la suciedad superficial y parte del estrato pictórico	Reblandece	Poco adecuado para limpiezas



**Fig. 28 (a-b).** Proceso de limpieza mecánica en seco a través de brocha



**Fig. 29.** Sistema de desinsección a través de la inyección directa del producto. Detalle del proceso en el yugo nº1.

El examen determina que el disolvente más agresivo resulta ser el alcohol el cual ha solubilizado la pintura rápidamente al entrar en contacto con el hisopo. La acetona también altera la capa de pintura, pero en menor efecto. La esencia de trementina actúa removiendo la suciedad al igual que el agua, pero muestra una leve interacción con la pintura (Fig. 27b).

A través de los resultados obtenidos, se descarta cualquier tipo de sistema de limpieza en el yugo polícromo que no sea acuoso. De lo contrario, este tipo de limpiezas podrían provocar la remoción del estrato pictórico y además teniendo en cuenta la poca adherencia de la suciedad, tampoco se considera necesario realizarlas.

## 5.2. PROCEDIMIENTOS Y MATERIALES

A continuación, se expone la propuesta de actuación desarrollada en este proyecto<sup>1</sup>. La toma de decisiones acerca de los sistemas y materiales a emplear se lleva a cabo atendiendo a los estudios previos realizados y teniendo en cuenta los posibles factores de degradación que podrían afectar en un futuro las piezas.

Tras la detección de las patologías y los resultados de los análisis, se pretende solventar los problemas que amenazan la perdurabilidad de las piezas mediante los sistemas más adecuados a cada uno de los casos y su compatibilidad.

### 5.2.1. LIMPIEZA MECÁNICA

Es necesario realizar una limpieza de los yugos (Fig. 28) previamente a llevar a cabo la desinsectación. A través de esta, se pretende eliminar la suciedad poco adherida y evitar que el polvo y residuos se fijen sobre la superficie de la madera. Además, este proceso también facilitará la aplicación del desinsectante, permitiendo la mejor visualización de los orificios provocados por los insectos.

Se propone una limpieza mecánica en seco de forma general en las tres piezas. Se realiza mediante la leve abrasión de la superficie empleando brochas y cepillos, a través de la cual se retira cualquier elemento no constituyente de la obra, como es el caso de restos orgánicos, polvo, serrín o telarañas.

<sup>2</sup> El trabajo se presentó en un primer momento como un proceso de intervención. A causa del estado de alarma por el COVID-19 ha sido imposible el desarrollo normal de proyecto, debiendo modificar la metodología del trabajo. Se ha desarrollado un trabajo teórico donde se plantea la propuesta de intervención, ya que únicamente se ha llegado a realizar el tratamiento de limpieza y desinsectación, quedando inacaba por el momento.



**Fig. 30.** Sistema de desinsección a través de la inyección directa del producto. Detalle del proceso en el yugo policromo.

La eliminación del exceso de residuos y serrín se efectúa a través de un sistema de aspiración suave. Este proceso se desarrolla siempre con precaución teniendo en cuenta su irreversibilidad.

### 5.2.2. DESINSECTACIÓN

Tras la limpieza se procede a la desinsectación de los yugos. Se selecciona el producto y la técnica adecuada atendiendo a la compatibilidad y efectividad. En este caso se opta por la cipermetrina<sup>2</sup> la cual actúa erradicando el ataque y a su vez previniendo de nuevos establecimientos de insectos xilófagos.

Se aplica a través de la inyección del compuesto activo el cual viene ya preparado en una solución comercializada. Este, actuará de forma preventiva y curativa. En este caso se emplea Xylamon® Matarcomas Plus<sup>3</sup> empleando como herramienta una jeringuilla esterilizada. El producto seleccionado no afecta a las propiedades de la madera ni interacciona con los metales y al ser incoloro tras su aplicación es imperceptible.

Se introduce a través de los orificios del soporte hasta su llenado y se deja actuar durante un periodo de 72h como mínimo (Fig. 29 y 30). Su fluidez y su poca tensión superficial le permiten introducirse en las galerías creadas por el insecto rápidamente sin problema. Es importante cubrir las piezas tras finalizar el proceso, para prevenir la temprana evaporación del disolvente. Para ello se introducen las piezas dentro de un plástico cerrado herméticamente.

Durante todo el proceso es importante contar con un EPI<sup>4</sup> ya que el desinsectante tiene cierto grado de toxicidad. El tratamiento se aplica a los tres yugos por el mismo sistema.

En el yugo policromo se deben realizar pruebas previas para conocer la reacción del estrato pictórico al producto. Al tratarse por el método de inyección se pretende interferir lo menos posible con la policromía.

<sup>2</sup> La cipermetrina es un compuesto químico sintético que se emplea como insecticida. Se trata de un insecticida piretroide de gran espectro. Tiene otros usos, pero se emplea principalmente en tratamientos insecticidas preventivos y curativos contra insectos por acción directa e indirecta. Ataca a insectos voladores y rastreros como es el caso del *anobium punctatum*. También tiene una gran acción contra el erradicamiento de termitas.

<sup>3</sup> El Xylamon® Matarcomas Plus es un producto comercial a base de disolventes, con poder activo insecticida. Se compone de hidrocarburos al 90% (C10-C13, n-alcanos, isoalcanos, cíclicos y menos del 2% de aromáticos), menos del 10% de propanol y menos del 0,3% de cipermetrina. tiene una densidad de 0,800 g/cm<sup>3</sup> a 20°C.

<sup>4</sup> Se contempla un EPI (Equipo de Protección Individual) como un conjunto de elementos de protección tales como guantes, mascarillas o gafas que protejan ante riesgos que amenacen la salud y seguridad del operario.



**Fig. 31.** Área del soporte del yugo 1 donde se encuentra el mayor número de clavos.

### 5.2.3. TRATAMIENTO DEL METAL

Tras la detección de las numerosas piezas de metal sin proteger que ocasionan la alteración del soporte, se analiza su situación y la funcionalidad que prestan a la pieza. En el caso del yugo nº2, las cuñas de hierro forman una parte constitutiva y se descarta la posibilidad de retirarlas. Es por ello por lo que se desarrolla un plan de intervención mediante el cual eliminar la capa de corrosión. A continuación, se tratarían para evitar que vuelvan a oxidarse con el paso del tiempo.

En el caso nº1, la gran cantidad de clavos repartidos por todo el yugo resulta innecesaria (Fig. 31). Los clavos se encuentran fuertemente aferrados al soporte debido al aumento de volumen por la oxidación. Estos no cumplen ninguna función relevante, por ello se plantea la posibilidad de su eliminación. Teniendo en cuenta la complejidad del proceso se descarta esta opción ya que podría suponer un empeoramiento del estado del soporte.

El tratamiento del metal se realizará siguiendo los mismos procedimientos en todas las piezas. Se muestra a continuación en los siguientes puntos:

#### Limpieza mecánica

Debido a la naturaleza del soporte y para evitar los posibles efectos del empleo de tratamientos químicos, se plantea un sistema de limpieza mecánico. A través de este se pretende eliminar los productos de corrosión de manera gradual y uniforme realizándose cuidadosamente. Al tratarse de pequeñas zonas, esta se llevará a cabo mediante instrumental quirúrgico como podría ser el caso de bisturís y escalpelos, permitiendo realizarse de forma controlada. La eliminación de la corrosión se realiza mediante el rasurado de la superficie del metal manteniendo la cuchilla en un ángulo de 15º y comprobando que está lo suficientemente afilada, de lo contrario se podría llegar a rayar el hierro.

En el caso de que los productos de corrosión no se pudieran eliminar fácilmente, se procedería a retirarlos mediante disolventes de menor a mayor poder de actuación (alcohol, acetona u otros).

Existen otras herramientas más agresivas, lápices de fibra de vidrio o sistemas mecanizados como microtornos o ultrasonidos, que en un primer lugar se descartan y solo se emplearían en cuyo caso se precisara de un mayor nivel de desgaste.

Tras la limpieza se debe desengrasar la pieza a través de hisopos humectados en acetona. Este proceso es necesario antes de inhibir el metal.

### Inhibición

Este procedimiento es importante ya que aporta estabilidad al metal ante la posibilidad de que la pieza siga oxidándose nuevamente. Se aplica el producto inhibidor directamente sobre el metal a través de brochas (o a pincel en el caso de los clavos).

Este podría ser ácido tánico<sup>5</sup>, comúnmente empleado en piezas de hierro. Se prepara en una disolución hidroalcohólica al 2-3%. Se trata de una cantidad reducida debido a que tiende a oscurecer el metal ennegreciéndolo. En menor medida actúa de igual modo, protegiendo el metal frente al vapor de agua. Para cerciorarse de la efectividad de la disolución como inhibidor del metal, se precisa de un pH comprendido entre 2'2 y 2'4. Tras este proceso se debe dejar en reposo la pieza durante un mínimo de 24h.

### Protección

Finalmente, se debe llevar a cabo un tratamiento de protección de las piezas de metal mediante el cual el hierro quede aislado por completo frente a la interacción del entorno, principalmente de la humedad.

Este proceso se puede llevar a cabo empleando resinas sintéticas, creando una película entre el metal y el medio que lo rodea. En este caso es efectivo el uso de resinas como por ejemplo el Paraloid® B-72<sup>6</sup> o el Paraloid® B-44<sup>7</sup>. Estos se preparan en una disolución de acetona al 10%.

Para su aplicación se emplea una brocha o pincel de cerdas suaves que permita su correcta difusión por el metal. Es importante cubrir bien toda la superficie, de lo contrario podría infiltrarse la humedad y reactivar de nuevo el ciclo de oxidación-reducción. Tras la realización del procedimiento, se debe dejar reposar nuevamente la pieza durante 24h, cubierta por algún elemento plástico hasta su completo secado.

---

<sup>5</sup> El ácido tánico es un compuesto natural de glucosa y ácidos fenólicos extraído de cortezas de árboles como el zumaque, encina o abeto. Se emplea como inhibidor de metales. Al entrar en contacto con el aire ennegrece, es por ello que, los metales a los que se les aplica se oscurecen levemente. Es una sustancia soluble en agua, alcohol y acetona. El valor del pH en 100 g/L de H<sub>2</sub>O es de 3'5 a 20°C. Es inflamable a 199°C y tóxico en caso de ingestión e inhalación.

<sup>6</sup> El Paraloid® B-72 es una Resina acrílica a base de etil-metacrilato que se emplea comúnmente en procesos de restauración como consolidante y protector en variedad de soportes (metal, madera, piedra, etc.) aportando dureza, brillo y adhesión. Se disuelve con cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorurados y tiene una tg de 40°C. Es insoluble en agua y muy poco en alcohol etílico

<sup>7</sup> El Paraloid® B-44 al igual que el Paraloid® B-72 es una resina acrílica. Se forma a base de metil-metacrilato y concierne al soporte propiedades similares a la anterior mencionada. También es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y su temperatura de transición vítrea es de 60°C.

Existen otros tipos de protección posteriores como los tratamientos de cera microcristalina, pero con la correcta aplicación de la protección a través de resinas sintéticas no se precisaría de otros sistemas. Además, al tratarse de piezas tan pequeñas, no se considera oportuno realizar estos procesos.

### 5.2.3. LIMPIEZA QUÍMICA

A continuación, se propone una limpieza química para eliminar cualquier tipo de residuo que quede sobre el soporte que no se han podido eliminar a través de la limpieza mecánica. En el caso de los yugos 1 y 2 se realizará mediante una solución hidroalcohólica al 50%. El alcohol actúa reduciendo la tensión superficial del agua permitiendo una mayor efectividad. Además, aumenta el grado de volatilidad y provoca una evaporación más rápida de la solución impidiendo la retención del agua.

En el yugo 3, se plantea realizar una limpieza mediante agua desionizada. Como se ha podido observar en las pruebas de solubilidad, se trata de un estrato pictórico hidrófobo. Esto permite optar por un sistema acuso mediante el cual la policromía no se verá afectada, pero si se puede eliminar los residuos adheridos.

El aporte de humedad altera las propiedades físicas de la madera, por ello, la limpieza se realizará aplicando la menor cantidad de agua posible para minimizar su posible infiltración.

Debido al tamaño de las piezas, la limpieza se puede llevar a cabo manualmente mediante hisopo. Previamente a la limpieza, se deben realizar catas que determinen el nivel y eficacia de la limpieza. El proceso se efectúa mediante movimientos circulares del hisopo sobre la superficie de los yugos. Esta se debe realizar de forma uniforme y gradual en cada una de las piezas y teniendo presente la irreversibilidad de la misma.

### 5.2.3. BARNIZADO

Para finalizar la intervención, se debe llevar a cabo la protección de las piezas a través de un barniz. Este, proporcionará un estrato intermedio entre el soporte y el medio, que actuará protegiendo la superficie de los factores de degradación del entorno. En este caso se podría optar por una resina sintética como barniz, ya que, son compatibles con las piezas y sobre todo porque se conservan en mejores condiciones que las naturales con el paso del tiempo. Se podría emplear una resina acrílica como es el caso del Paraloid B-72.

La capa a aplicar debe ser ligera para que no modifique el aspecto de la madera. La aplicación se puede llevar a cabo mediante una brocha de cerdas suaves, para garantizar el recubrimiento total y facilitar su dispersión

de forma homogénea. Durante el proceso de barnizado, las piezas deben colocarse en un lugar limpio, sin corrientes de aire y en uas condiciones de humedad relativa baja para evitar que se deposite la suciedad del entorno sobre la capa de barniz durante su secado y que puedan aparecer pasmos.

## 6. MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA

El mantenimiento posterior y el seguimiento de las medidas de conservación preventiva es tan relevante como la intervención de la pieza. Este protocolo se debe plasmar junto con el informe de intervención y debe cumplimentarse para salvaguardar la pieza de futuros deterioros. Se plantean entonces una serie de pautas mediante las cuales se asegure la mejor condición de la pieza atendiendo a los posibles factores de degradación su entorno. En ellas se tiene en cuenta las afecciones tanto del soporte lígneo como del metal y del estrato pictórico.

La temperatura y humedad relativa son factores muy importantes en cuanto a la conservación de la pieza. Los cambios drásticos de temperatura son la principal afección causante del deterioro de la madera. Se debe mantener un nivel de temperatura constante que oscile alrededor de los 22º. Además de temperatura controlada, debe haber una relación estable de esta con la humedad del entorno. Es aconsejable que la humedad relativa fluctúe entre el 50-55%. Para la correcta conservación del metal se precisa de una baja HR, pero en este caso teniendo en cuenta que se trata de una obra compuesta por diversos materiales, se debe encontrar un equilibrio entre las necesidades de cada materia. Una HR del 55% sería óptima tanto para la conservación del metal como de la madera.

Se debe tener en cuenta cualquier elemento que pueda alterar la temperatura del lugar de almacenamiento como pueden ser fuentes de calor eléctricas, la acción de la luz solar, corrientes de aire, etc. Una incorrecta humedad relativa podría propiciar otro tipo de factores de deterioro como son el ataque xilófago o la corrosión del metal.

También se debe valorar los cambios de humedad naturales debidos a los cambios de estación y progreso de la temperatura durante el día y la noche. Esto se podría controlar a través de calefacción programada o sistemas de aire acondicionado que mantenga la temperatura estable a la par que elimina los gases contaminantes del aire.

La aparición de hongos y bacterias va directamente relacionada con el nivel de humedad y temperatura del ambiente. Es por ello que, si se quiere prevenir la proliferación de microorganismos se debe crear un ambiente de baja humedad y tener un control de temperatura mantenida en un intervalo,

evitando altos contrastes o rachas de baja-elevada temperatura. Pese a haber aplicado un desinfectante a la pieza que la protegerá de infecciones, cabe la posibilidad de un nuevo brote. Es por ello que, se deben revisar las piezas mediante un examen organoléptico cada cierto periodo de tiempo para comprobar que no se han establecido microorganismos.

De igual modo que la proliferación de hongos, los agentes xilófagos pueden reaparecer a largo plazo si el desinfectante pierde su efecto repelente. Se debe revisar periódicamente las piezas y las instalaciones donde se encuentren. En el caso de un nuevo ataque, se procedería a realizar de nuevo la desinsectación inmediatamente tras la detección.

Los residuos ambientales y el polvo pueden potenciar el establecimiento de microorganismos. Se puede combatir la polución mediante un sistema de ventilación con filtro. También es favorecedor el cubrir las piezas con fundas protectoras en el momento en el que no se encuentran expuestas para prevenir la acumulación de polvo sobre la superficie. El lugar de almacenamiento tiene que mantenerse limpio y libre de residuos. Se debe llevar a cabo periódicamente una limpieza mecánica de los yugos mediante plumeros y bayetas magnéticas, para prevenir la acumulación de polvo del ambiente sobre la superficie de la pieza.

Otro factor a tener en cuenta es la radiación emitida por la iluminación. Los materiales orgánicos se ven alterados por los efectos de la luz condicionado por la intensidad y tiempo de exposición. La radiación ultravioleta y la infrarroja son las más dañinas. Este deterioro es totalmente irreversible por lo tanto es de vital importancia mantener su control. La radiación se percibe mediante dos efectos los cuales condicionan la conservación del objeto: el efecto fotoquímico y el efecto térmico. Los rayos infrarrojos son capaces de aumentar la temperatura del soporte si la pieza se encuentra cercana a la fuente de luz directa. El aporte de calor de los reflectores puede acabar provocando la deformación de la madera y cambios dimensionales, además de variar su tonalidad durante periodos largos de exposición. Además, la luz también actúa descomponiendo la lignina propia de la madera. La policromía puede verse afectada por el aumento de la temperatura causando el reblandecimiento del estrato pictórico.

El grado de radiación incidente en el soporte se mide en lux. Para la conservación preventiva de las piezas se recomienda una iluminación con los niveles mínimos de lux que permitan la buena visualización del objeto, siempre por debajo de 150 lux.

Se debe optar por una fuente de luz óptima, tener en cuenta la distancia foco-objeto y emplear filtros correctores para reducir nivel de deterioro. También es recomendable reducir el tiempo de exposición al menor posible, teniendo la pieza iluminada únicamente cuando sea necesario. Una buena

opción es la iluminación programada con tiempos para poder controlar la cantidad de radiación que reciben y poder llevar un examen periódico.

La manipulación de las piezas debe ser siempre a manos de un especialista puesto que se trata de obras muy delicadas por su antigüedad. La movilidad de las piezas debe ser mínima. Al tratarse de piezas de cierto peso, el traslado de las mismas se debe hacer mediante un equipo de al menos dos operarios. En caso de querer exponer las piezas, el soporte debe estar asegurado y equilibrar el peso para poder soportar los yugos sin provocar marcas en sus superficies. (Herráez y Rodríguez 1999)

## 7. CONCLUSIONES

El presente trabajo se ha podido concluir con éxito pese a las dificultades derivadas por el estado de alarma por el COVID-19. Se consideran resueltos satisfactoriamente los objetivos planteados al inicio del proyecto. La metodología a seguir ha permitido realizar el trabajo de manera continua y coherente. Se han seguido las directrices marcadas obteniendo los resultados esperados.

La documentación del estado de las piezas en el momento de recepción se ha llevado a cabo a través del equipo fotográfico. Se ha conseguido realizar el estudio de las piezas, teniendo en cuenta las herramientas de las que se disponía. La aproximación histórica ha sido compleja debido al desconocimiento de la procedencia de los yugos por su comercialización y movimiento sin registros anteriores. Pero a través del apoyo bibliográfico y otras fuentes se ha podido averiguar parte del origen de las piezas.

Los procesos analíticos han permitido llevar a cabo el reconocimiento de las patologías y diagnóstico de los yugos, teniendo en cuenta el tipo de soporte y materiales compositivos de las piezas. El no disponer de las condiciones e instrumental de trabajo normal en este ámbito, ha desarrollado el pensamiento y búsqueda de otro tipo de técnicas adaptadas a las posibilidades.

A través de los anteriores puntos se ha podido desarrollar una propuesta de intervención. Los conocimientos adquiridos en el grado han sido fundamentales para poder elaborar un plan de actuación. Este, se ha adaptado a las circunstancias apoyándose en bases teóricas y otros proyectos de carácter similar. Se ha planteado siguiendo el criterio personal y las posibilidades de trabajo. Teniendo en cuenta el respeto hacia las piezas puesto que se trata de elementos con cierta antigüedad que forman parte de nuestra cultura y por lo tanto deben ser conservados y procurar su perdurabilidad en un futuro.

La parte práctica del proyecto ha permitido conocer de forma real las dificultades y delicadeza del trabajo que no se plasma en el contenido teórico. Mediante los procesos de intervención llevados a cabo, se espera haber podido erradicar el ataque xilófago y prevenir la destrucción total del soporte.

Por otra parte, el procedimiento de conservación preventiva se ha desarrollado atendiendo a cada uno de los factores condicionantes de la degradación de las piezas. Se han tomado las medidas consideradas lo más efectivas posibles.

La redacción de este informe tiene como función poder facilitar el conocimiento de la historia y evolución de las piezas en situaciones futuras.

Finalmente, cabe destacar que el contar con tres piezas diferentes ha propiciado la investigación y contraste de ideas acerca de la intervención, ya que cada obra tenía unas propiedades diferentes pese a tener una funcionalidad similar, por lo que ha sido interesante poder estudiarlas en conjunto.

## BIBLIOGRAFÍA

BARCLAY, W. *Comentario al nuevo testamento*. Vol. 02 - Mateo II. Ed. CLIE. 1991. ISBN: 987-84-8267-608-1

ESCANDELL BONET, B. *Isabel la católica en la real academia de la historia: 2ª edición*. Ed. Real academia de la historia. 2004. P. 326. ISBN: 978-84-9598-354-1.

ESTEBAN COLLANTES, A.; ALFARO, A. *Diccionario de Agricultura práctica y Economía Rural: Volumen 3*. Madrid 1853.

GAMBOA OSORIO, J.P., LAGO GONZÁLEZ, A., NIETO IGLESIAS, J., NUÑEZ ESTÉVEZ, B., NÚÑEZ GONZÁLEZ, C. *Los líquenes y la degradación/conservación del patrimonio arquitectónico*. Revista de Biología. Vol. 9. 2017. Ed. Universidad de Vigo.

GRAFIÁ, J.V., SIMÓN, J.M. *Alteraciones, soluciones e intervenciones de restauración en obra lignea policromada*. Ed. Universitat Politècnica de València. 2007. Ref.: 503-05-01-01

HERRÁEZ, J.A., RODRÍGUEZ, M.A. *La Conservación Preventiva de las Obras de Arte*. IPHE. nº CLXIV, 645. Madrid. 1999. P.11.

HERRERA, G. A. *Agricultura general*. Real Sociedad Económica Matritense. Madrid. 1818-1819.

HOMERO. *La iliada*. Ed. Akal. 1998. P. 480. ISBN: 978-84-7600-073-1

MARTÍNEZ ÁLVAREZ, A. *Útiles y máquinas agrícolas anteriores a la revolución industrial*. 2012.

INSTITUTO CANADIENSE DE CONSERVACIÓN. Notas del ICC 9/2. *Almacenamiento de los metales*.<sup>©</sup> Centro Nacional de Conservación y Restauración (CNCR), 2ª ed. en español, 2014. ISSN 0717-3601

INSTITUTO CANADIENSE DE CONSERVACIÓN. Notas del ICC 9/5. *Tratamiento con Acido Tánico*.<sup>©</sup> Centro Nacional de Conservación y Restauración (CNCR), 2ª ed. en español, 2014. ISSN 0717-3601.

INSTITUTO CANADIENSE DE CONSERVACIÓN. Notas del ICC 9/6. *Cuidado y Limpieza del Fierro*.<sup>©</sup> Centro Nacional de Conservación y Restauración (CNCR), 2ª ed. en español, 2014. ISSN 0717-3601

MENARD, R., SAUVAGEOT, C. *El trabajo en la antigüedad I: Agricultura-industria*. Ed. Maxtor. Madrid, 2003. P. 752. ISBN: 978-84-9761-053-7.

NEURE, E. *Madera, en restauración y rehabilitación. Informes de la construcción*. Vol. 59, 506, 123-130. Abril 2007. ISSN: 0020-0883.

ORTEGA OROZ, E. *Entre el yugo y la flecha. Identidad nacional y de género en la representación cinematográfica de la sección femenina*. Tarragona. 2014. P. 306.

REMACHA GETE, A. *Degradación de la madera por los organismos xilófagos vegetales*. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

TERENCIO VARRÓN, M. *Rerum rusticarum: Libri III*. Ed. Junta de Andalucía. Sevilla 2010. P.249. ISBN: 978-84-8474-283-8.

- El YUGO. Maneras de uncir. Disponible en: <<http://www.soscaballolosino.com/Entrada-razasautoctonas/2-Entrada%20vacas/Yugo.htm>>
- Tecnología “El arado”. 2013. CALVARIO, Q. Disponible en: <<http://eltecno6.blogspot.com/2013/06/>>
- Revista educativa Partesdel.com. Equipo de redacción profesional. (2017, 05). Partes del yugo. Escrito por: Equipo de Redacción PartesDel.com. Obtenido en fecha 02, 2020,. Disponible en: <<https://www.partesdel.com/yugo.html>>
- Cultura Extremeña © Heliodoro Núñez y Antonio Paniagua. 2003. Disponible en: <<http://contenidos.educarex.es/mci/2002/25/secc31/01agricolas/cereales.htm>>
- El Rio Navia. Artículo: [El amigo del pobre: publicación quincenal: Año IX Número 268 - 1914 febrero 1]. Disponible en: <<https://bibliotecavirtual.asturias.es/>>
- Museo Etnológico de Ganada de Salime. Disponible: <<http://www.museodegrandas.es/el-museo/02-la-casa-rectoral/02-07-coleccion-de-xugus-yugos/>>
- Museo Frederic Marès. Colección de yugos. Disponible: <[https://cataleg.museumares.bcn.cat/fitxa/gabinet\\_del\\_colleccionista/H413675/?resultsetnav=5dc198ee994be](https://cataleg.museumares.bcn.cat/fitxa/gabinet_del_colleccionista/H413675/?resultsetnav=5dc198ee994be)>
- Grupo Español de Conservación. International Institute for Conservation of historic and artists Works. Disponible en: <<https://www.ge-iic.com/>>
- Gran Enciclopedia de Navarra. Def. yugo. Disponible en: <[http://www.encyclopedianavarra.com/?page\\_id=20948](http://www.encyclopedianavarra.com/?page_id=20948)>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

**Figura 1.** (p.5). Campesino arando el campo con bueyes y yugo de madera. Madrid. Fuente: Instituto del Patrimonio Cultural de España. Autor: Wunderlich, Otto (1886-1975). Disponible en: [https://www.europeana.eu/es/item/2022709/oai\\_fototeca\\_mcu\\_es\\_fototeca\\_WUNDERLICH\\_WUN\\_04500?q=yugo#dcId=1582364955371&p=2](https://www.europeana.eu/es/item/2022709/oai_fototeca_mcu_es_fototeca_WUNDERLICH_WUN_04500?q=yugo#dcId=1582364955371&p=2)

**Figura 2.** (p.5). Pareja de bueyes uncidos mediante un yugo de cuello.

**Figura 3.** (p.6). Registro fotográfico de los yugos en el momento de su recepción.

**Figura 4.** (p.9). “Bueyes, nueva york”. Autor: Pisanello, Antonio. Acoplamiento de dos búfalos debajo de un yugo, caminando hacia la izquierda. Fuente: Museo Louvre. Disponible en: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Codex\\_Vallardi?uselang=es#/media/File:Pisanello,\\_buoi,\\_new\\_york.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Codex_Vallardi?uselang=es#/media/File:Pisanello,_buoi,_new_york.jpg)

**Figura 5.** (p.10). Ilustración de un libro antiguo donde se observa un carruaje uncido por un yugo cornal.

**Figura 6.** (p.10). Ilustración similar a la anterior con otro tipo de yugo cornal.

**Figura 7.** (p.11) Antigua estatua ceremonial de bronce sumerio de un granjero de pie detrás de un solo buey arando un campo, la superficie de la base cubierta con un diseño de flora incisa. Disponible en: <https://mrabelshistory.wordpress.com/2017/10/27/cuneiform-a-sentence/>

**Figura 8.** (p.11). Modelo de arado. Ofrenda de una tumba del Imperio Medio (1991-1783 a.C.). Fuente: Washington State University General Education Program. Autor: Álvaro Martínez Álvarez. Dr. Ing. Agrónomo. Disponible en: <https://agrotecnica.online/la-agricultura-desde-el-neolitico-hasta-la-robotizacion/>

**Figura 9.** (p. 12). Figura de bronce del S. IV-I a.C. donde aparecen dos caballos uncidos por un yugo de cuello. Procedencia: Santuario del Collado de los Jardines, Santa Elena (Sierra Morena, Jaén). Fuente: Museo Arqueológico Nacional. Autor: Ángel Martínez Levas. Disponible en: <http://ceres.mcu.es/pages/Main>

**Figura 10.** (p.12). “Yoking a Wild Bull”, 1939. Autor: Jackson, William Henry. Fuente: U.S. National Archives and Records Administration. Department of the Interior. National Park Service. Scotts Bluffs National Monument. Disponible en: <https://catalog.archives.gov/id/286057>

**Figura 11.** (p.13) Manuscrito en tinta (reverso). Autor: Arrese Magra, José Luis de. Ed. Miguel Ángel Salvatella (Barcelona, España). Destinatario: Falange Española Tradicionalista y de las JONS. Fuente: ©Ministerio de Cultura y Deporte - Gobierno de España. Disponible en: <http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/show/7321408>

**Figura 12.** (p.14). Detalle de la pieza adherida al soporte mediante PVA

del yugo 1.

**Figura 13.** (p.15). Croquis de medidas del yugo 1.

**Figura 14.** (p.15). Detalle de uno de los cordeles del yugo 1.

**Figura 15.** (p.15). Mapa de elementos metálicos en el yugo 2.

**Figura 16.** (p.16). Detalles de la composición del yugo 2.

**Figura 17.** (p.16). Croquis de medidas del yugo 2.

**Figura 18.** (p.17). Croquis de medidas del yugo 3.

**Figura 19.** (p.17). Detalles de los motivos de la policromía del yugo 3.

**Figura 20.** (p.17). Detalles de los motivos de la policromía del yugo 3.

**Figura 21.** (p.18). Mapa de elementos metálicos hallados en el yugo 3.

**Figura 22.** (p.19). Vista al microscopio del *anobium punctatum*, extraído durante el proceso de desinsectación.

**Figura 23.** (p.19). Detalle del daño causado por el ataque xilófago.

**Figura 24.** (p.20). Fotografías tomadas al microscopio a 1000X de los yugos 1 y 2.

**Figura 25.** (p.21-22). Indicadores macroscópicos de los daños:

**Figura 26.** (p.23). Prueba de solubilidad del estrato pictórico a diversos disolventes mediante hisopo. Detalle del proceso empleando alcohol.

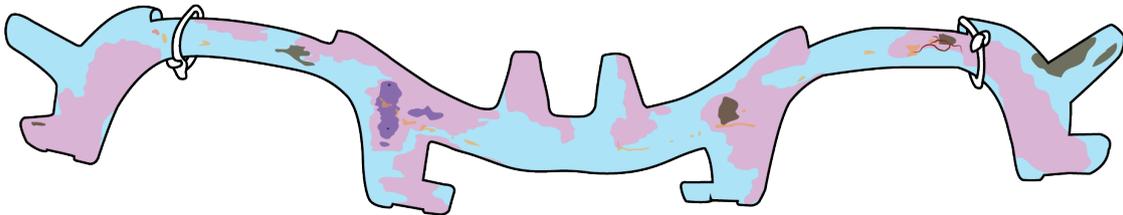
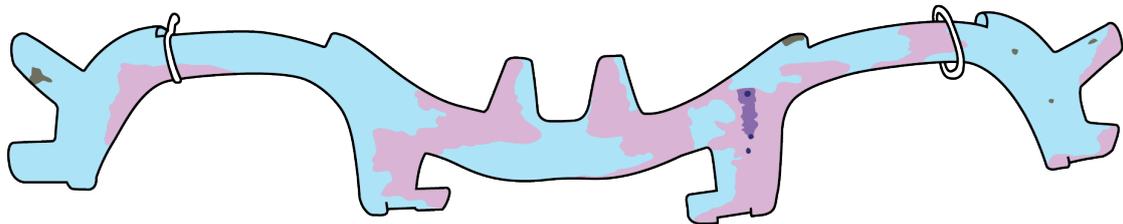
**Figura 27.** (p.23). Detalle de los resultados del examen de solubilidad del estrato pictórico.

**Figura 28.** (p.24). Proceso de limpieza mecánica en seco a través de brocha.

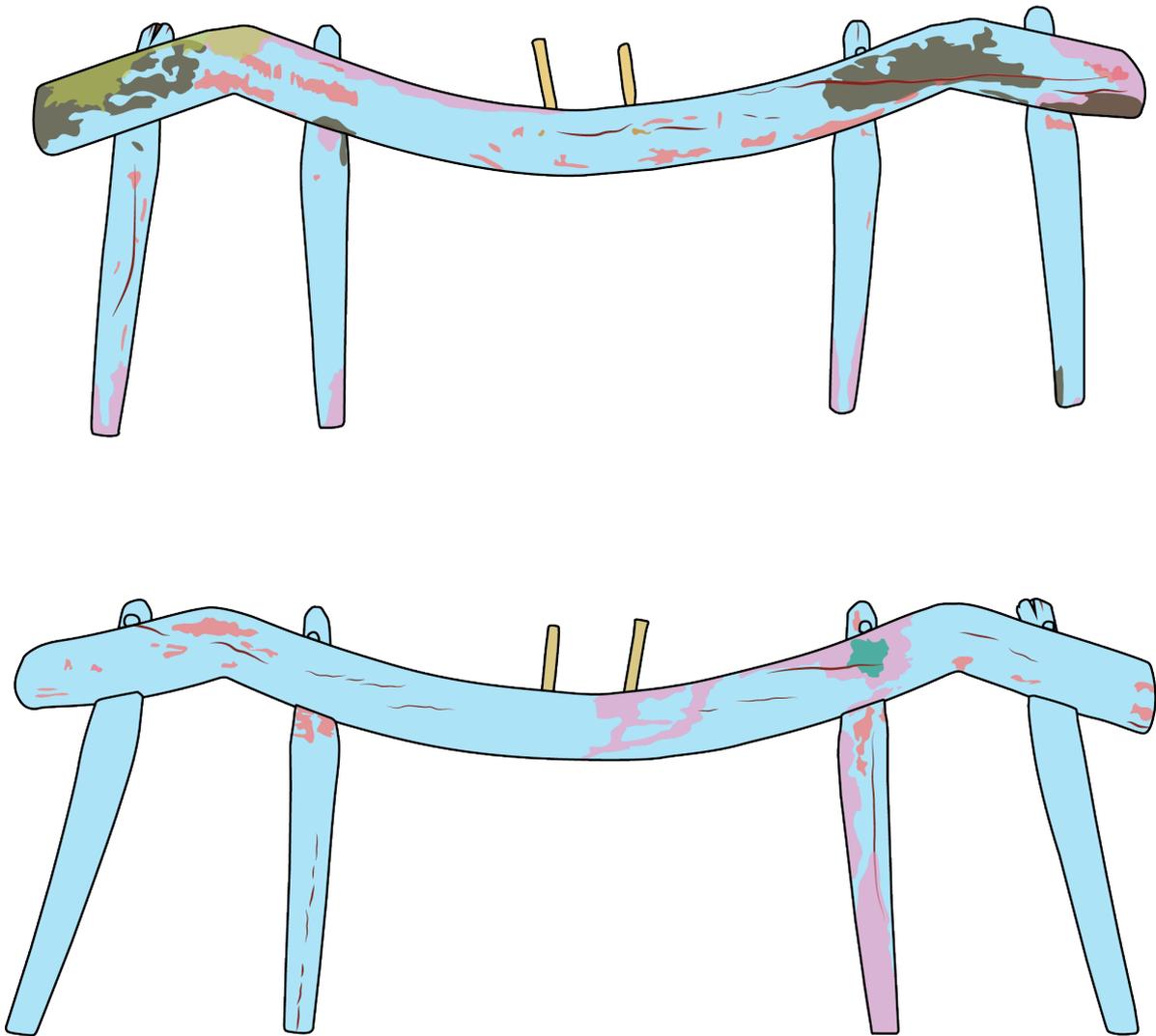
**Figura 29.** (p.24). Sistema de desinsección a través de la inyección directa del producto. Detalle del proceso en el yugo nº1.

**Figura 30.** (p.25) Sistema de desinsección a través de la inyección directa del producto. Detalle del proceso en el yugo polícromo.

**Figura 31.** (p.26). Área del soporte del yugo 1 donde se encuentra el mayor número de clavos.



<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #8B4513; margin-right: 5px;"></span> Grietas en el soporte</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #ADD8E6; margin-right: 5px;"></span> Orificios causados por ataque xilófago</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #FF69B4; margin-right: 5px;"></span> Manchas de humedad</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #8A2BE2; margin-right: 5px;"></span> Manchas de óxido de hierro</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #654321; margin-right: 5px;"></span> Suciedad adherida</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: #FF8C00; margin-right: 5px;"></span> Concreciones de pintura</li> </ul>	Yugo 01	Autor desconocido	Soporte ligneo	116 x 16 x 7 cm	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA INSTITUT DE RECERCA EN PATRIMONI
	Estudio técnico y proceso de intervención de tres yugos de principios del S. XX				
	Grado en Restauración y Conservación de Bienes Culturales				
	MARTÍN DOMÉNECH, ANDREA			2019 / 2020	



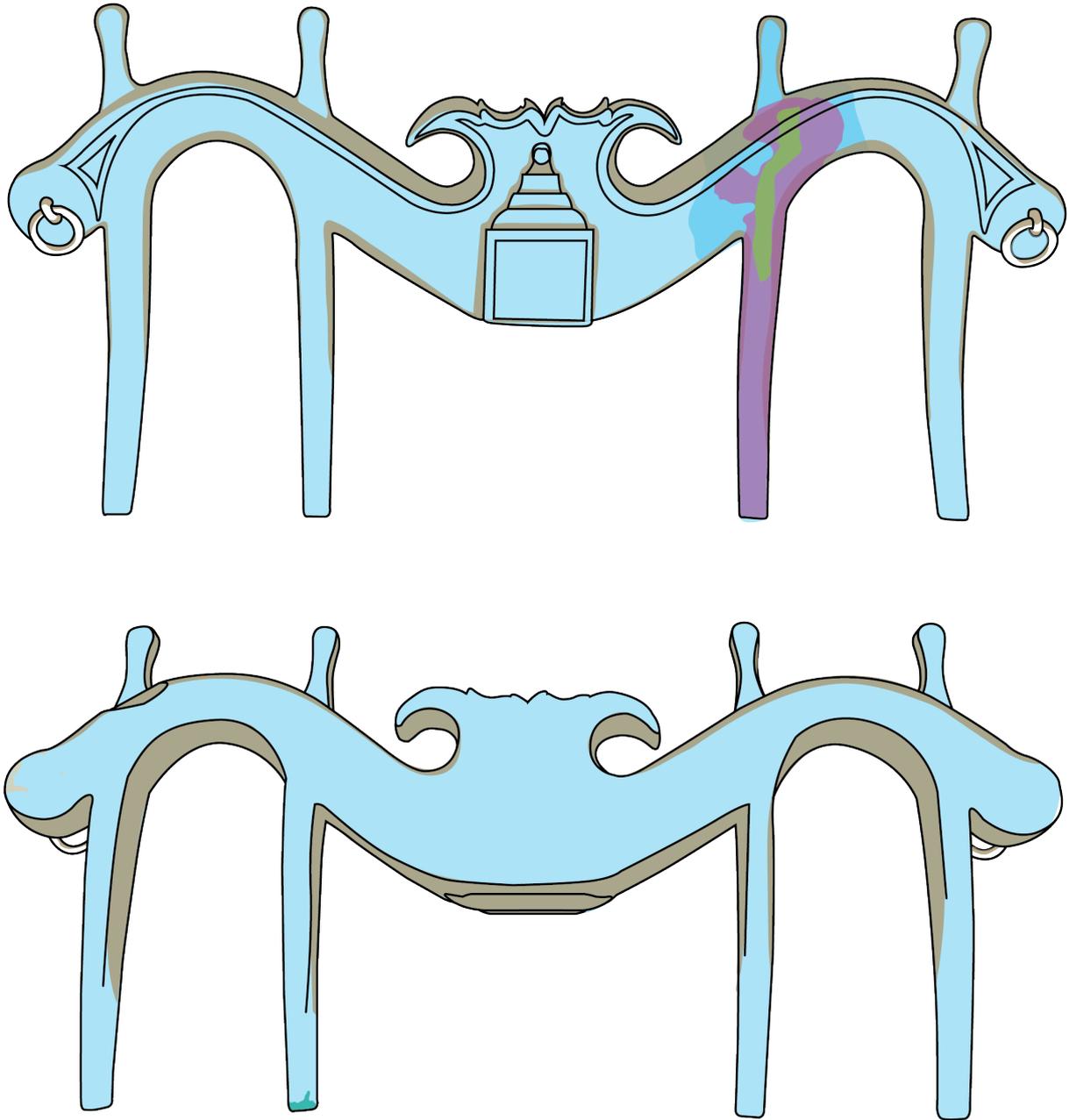
- Grietas en el soporte
- Orificios causados por ataque xilófago
- Manchas de humedad
- Manchas por roce con otros elementos
- Suciedad adherida
- Residuos orgánicos
- Microorganismos

Yugo 02	Autor desconocido	Soporte ligneo	137 x 54 x 9 cm
Estudio técnico y proceso de intervención de tres yugos de principios del S. XX			
Grado en Restauración y Conservación de Bienes Culturales			
MARTÍN DOMÉNECH, ANDREA			2019 / 2020

<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Orificios causados por ataque xilófago</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: brown; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Suciedad superficial</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Manchas de óxido de hierro</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Suciedad adherida</li> </ul>	Yugo 03	Autor desconocido	Soporte ligneo policromado	130 x 12 x 62 cm	
	Estudio técnico y proceso de intervención de tres yugos de principios del S. XX				
	Grado en Restauración y Conservación de Bienes Culturales				
	MARTÍN DOMÉNECH, ANDREA			2019 / 2020	

35 555.



35555

MEMORIA DESCRIPTIVA

Correspondiente a un Modelo de Utilidad por veinte años, para todo el territorio español, colonias y protectorados, por: NUEVO YUGO, a favor de Don Avelino Rojo López, de nacionalidad española, domiciliado en CANTALEJO (Segovia).

El presente Modelo de Utilidad tiene por objeto garantizar la explotación exclusiva de un nuevo tipo de yugo para yuntas de cualidades mejoradas y con ventaja sobre los de uso corrientes.

5 Con el nuevo yugo se ha tratado de conseguir una mayor solidez de conjunto, con una disminución de volumen y peso y economía en su entretenimiento, toda vez que por su propia solidez y fortaleza de sus distintos elementos las roturas son prácticamente inexistentes.

10 En el plano adjunto se han representado dos formas de realización práctica, no a título limitativo, sino simplemente ilustrativo.

- 2 -

35555



El yugo forma un conjunto de tubo de hierro en una sola pieza, siendo -1- el soporte superior, -2- las costillas fijas y -3- refuerzo central que da mayor solidez y además sirve de enganche al arado o lanza del carro.

Esta parte -3- puede adoptar distintas formas de acuerdo con la curvatura del yugo o el fin determinado a que se destine, si bien su misión principal de refuerzo y enganche es la misma en todos los casos.

Descrito suficientemente el objeto de este Modelo de Utilidad, se hace constar que cualquier modificación que se introduzca y que no modifique su esencialidad característica, será considerada como propia de este Modelo.

25

N O T A

Se declaran de novedad las siguientes

REIVINDICACIONES

1ª.- Nuevo yugo, que se caracteriza por estar formado por un tubo de hierro al cual se fijan las costillas y refuerzos del mismo material, formando una sola pieza.

2ª.- Nuevo yugo, según la reivindicación anterior, que se caracteriza porque el refuerzo previsto de la curva central del yugo además de dar solidez al conjunto sirve de enganche o soporte al arado o apero del que se tire.

3ª.- NUEVO YUGO.

Todo ello tal como se describe y reivindica en la presente memoria que consta de dos hojas mecanografiadas por una sola de sus caras y se ilustra con el plano adjunto.

Madrid, 6 de Abril de 1.953.-

FRANCISCO MORIONES  
P. P.

/

Avelino Rojo López

Hoja única.

35555



FIG. 1

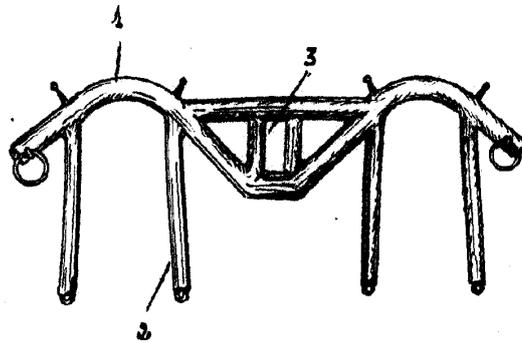
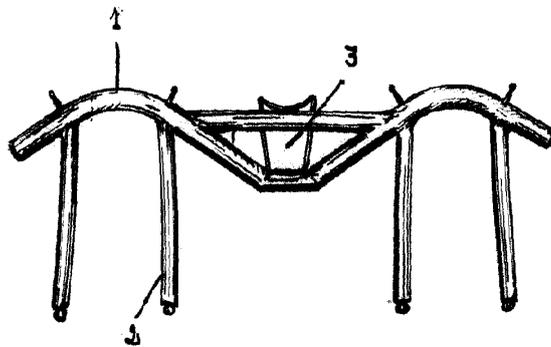


FIG. 2



Madrid, 6 Abril de 1953.

FRANCISCO MORIONES  
P.P.

Escala variable.

## CARACTERÍSTICAS

**Xylamon® Matarcarcomas Plus** es un tratamiento incoloro que da una eficaz protección a la madera, sin modificar su color natural, ya que como impregnación de fondo penetra en la misma garantizando su eficacia.

- Se aplica antes de aplicar barnices, protectores o pintura.
- No forma película.
- Una vez seco, admite cualquier color o acabado.
- Muy fácil de aplicar.
- También en formato spray con un aplicador especial que permite introducir el producto en los orificios dejados por las carcomas.

### Tamaños de envases y usos

Público en general:

0,750L; 2,5L y 250ml (dosificador) con aplicador especial.

Personal especializado:

5L.

### Tonos de color

Incoloro, transparente.

### Densidad a 20°C:

0,800 g/cm<sup>3</sup>

### Viscosidad:

Muy fluido.

### Punto de Inflamación:

> 60°C.

## MÉTODO DE APLICACIÓN

### Preparación de la superficie:

Eliminar pinturas y barnices, mediante decapado mecánico o químico. Limpiar la madera vieja o nueva. Proteger adecuadamente los plásticos y materiales bituminosos. Proteger las plantas.

### Dilución:

No es necesario diluir

### Útiles de aplicación:

Brocha, pincel, inmersión e inyección por taladros que se realizan en la madera.

**XYLAMON MATACARCOMAS PLUS**

## SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

**Componentes de toxicidad desconocida** : 0%

**Componentes de ecotoxicidad desconocida** : 0%

Consultar en la Sección 16 el texto completo de las frases H arriba declaradas.

En caso de requerir información más detallada relativa a los síntomas y efectos sobre la salud, consulte en la Sección 11.

### 2.2. Elementos de la etiqueta

**Pictogramas de peligro** :



**Palabra de advertencia** : Peligro

**Indicaciones de peligro** : H315 - Provoca irritación cutánea.  
H304 - Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.  
H336 - Puede provocar somnolencia o vértigo.  
H410 - Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

#### Consejos de prudencia

**General** : P102 - Mantener fuera del alcance de los niños.

**Prevención** : P271 - Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado.  
P261 - Evitar respirar el polvo/el humo/el gas/la niebla/los vapores/el aerosol.  
P280 - Llevar guantes/prendas/gafas/máscara de protección.  
P264 - Lavarse las manos concienzudamente tras la manipulación.  
P233 - Mantener el recipiente herméticamente cerrado.  
P273 - Evitar su liberación al medio ambiente.

**Respuesta** : P391 - Recoger el vertido.  
P312 - Llamar a un CENTRO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA o a un médico en caso de malestar.

**Almacenamiento** : P403 - Almacenar en un lugar bien ventilado.  
P405 - Guardar bajo llave.

**Eliminación** : P501 - Eliminar el contenido y el recipiente en conformidad con las reglamentaciones locales, regionales, nacionales e internacionales.

**Ingredientes peligrosos** : Hidrocarburos, C10-C13, n-alcanos, isoalcanos, cíclicos, <2% aromáticos

**Elementos suplementarios que deben figurar en las etiquetas** : No aplicable.

**Anexo XVII - Restricciones a la fabricación, la comercialización y el uso de determinadas sustancias, mezclas y artículos peligrosos** : No aplicable.

#### Requisitos especiales de envasado

**Recipientes que deben ir provistos de un cierre de seguridad para niños** : Sí, se aplica.

**Advertencia de peligro táctil** : Sí, se aplica.

### 2.3. Otros peligros

**Fecha de emisión/Fecha de revisión** : 2-5-2017

**Página:** 2/15

Referencia: AC2090  
Ácido tánico, para síntesis

## Scharlau Chemie- MSDS

---

### 9. Propiedades físicas y químicas

#### **Información general:**

**Aspecto:** sólido

**Color:** pardo-amarillento

**Olor:** inodoro

#### **Información importante en relación con la salud, la seguridad y el medio ambiente:**

**Valor de pH:** (100 g/l H<sub>2</sub>O, 20 °C) ~ 3,5

**Punto/intervalo de ebullición:** ---

**Punto de destello:** ---

**Límites de explosión (bajo):** ---

**Límites de explosión (alto):** ---

**Presión de vapor:** ---

**Densidad (20 °C):** ---

**Solubilidad en agua: (20 °C):** 250 g/l

**Solubilidad en:**

etanol (20 °C): soluble

**Viscosidad:** ---

**Índice de refracción:** ---

**Punto/intervalo de fusión:** ---

**Punto de ignición:** ---

---

### 10. Estabilidad y reactividad

**Condiciones a evitar:** Estable a temperaturas y presiones normales.

**Materias a evitar:** agentes oxidantes fuertes, álcalis cáusticos (bases fuertes).

**Productos de descomposición peligrosos:** En caso de incendio: véase capítulo 5.

---

### 11. Información toxicológica

#### **Toxicidad aguda:**

No disponemos de datos cuantitativos sobre la toxicidad de este producto.

#### **Informaciones complementarias sobre toxicidad:**

**Tras absorber cantidades importantes:** Trastornos en: tracto gastrointestinal (náuseas, vómito).

#### **Información adicional:**

Sustancia de utilización terapéutica. Producto natural.

Este producto debe manejarse con los cuidados especiales de los productos químicos.

---

### 12. Informaciones ecológicas

**Ecotoxicidad:** Desconocemos los datos cuantitativos sobre los efectos ecológicos de este producto.

#### **Observaciones ecológicas adicionales:**

No deberían esperarse problemas ecológicos si se manipula el producto de manera apropiada.

---

### 13. Consideraciones relativas a la eliminación

**Producto:** Los criterios homogéneos para la eliminación de residuos químicos no están regulados, por ahora, en la Unión Europea. Los residuos, procedentes del uso habitual de los productos químicos, poseen, generalmente, el carácter de residuos especiales. Existen leyes y disposiciones locales que regulan la eliminación de estos residuos en los países de la UE. Para informarse sobre su caso particular, rogamos que se ponga en contacto con la Administración Pública, o bien con una Empresa autorizada para la gestión de residuos.

**Envases:** Se procederá según las disposiciones oficiales para eliminarlos. Los embalajes contaminados deberán ser sometidos a las mismas medidas aplicadas al producto químico contaminante. Los embalajes no contaminados serán tratados como material reciclable o como residuos domésticos.

**C.T.S. ESPAÑA**

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.  
 C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos  
 28906 GETAFE (Madrid)  
 Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33  
 www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

**ROHM AND HAAS** **PARALOID™ B-44 100% Solid Grade Thermoplastic Acrylic Resin****Description**

PARALOID B-44 solid grade acrylic resin provides an outstanding combination of hardness, flexibility, and adhesion to various substrates. It also permits wider latitude in formulating in solvents that are suitable for specific applications. The resin is slightly softer and more flexible than PARALOID A-21 acrylic resin and has excellent adhesion to various substrates.

PARALOID B-44 acrylic resin can be dissolved in toluene, xylene, selected esters, acetone, and methyl ethyl ketone. PARALOID B-44 is not soluble in most alcohols and aliphatic hydrocarbons as the sole solvent. It is well suited for a variety of applications, including treated metal, copper, zinc, brass, treated aluminum, concrete floors, and certain plastics.

**Solubility**

Information about the solvent compatibility of PARALOID B-44 acrylic resin can be found in Rohm and Haas brochure **82A114--Paraloid Solid Grade Resins, Solvent Selection Chart**.

**Typical Properties**

These properties are typical but do not constitute specifications.

Physical Form	Pellets
Chemical Composition	MMA Copolymer
Tg, °C	60
Bulk Density, 25°C, lb/gal	9.8
Solubility Parameter	9.4
Ultimate Hardness of Clear Films, KHN	15 to 16

**Properties in White Lacquers<sup>1</sup>**

<b>Tukon Hardness</b>		<b>Whiteness</b> (K color low numbers best)		<b>Cross Hatch<sup>3</sup></b>	
30 min. at 180°F	6.5	30 min. at 300°F	7.6	30 min. at 180°F	0
30 min. at 300°F	18.2	16 hrs. at 350°F	9.0	30 min. at 300°F	0
<b>Pencil Hardness</b>		<b>Flexibility<sup>2</sup>, 1/8, 1/4, 1/2 inch mandrels</b>		<b>Mustard Staining</b> (30 minute exposure)	
30 min. at 180°F	2H	30 min. at 180°F	2, 2, 1	30 min. at 180°F	None
30 min. at 300°F	5H	30 min. at 300°F	3, 3, 2	30 min. at 300°F	Trace
<b>Gloss, 20°</b>		<b>Printing, 2 psi for 1 hour at 140°F</b>		<b>Gasoline Resistance</b> (15 minute exposure)	
30 min. at 180°F	71	30 min. at 180°F	Moderate	30 min. at 180°F	OK
30 min. at 300°F	78	30 min. at 300°F	Trace	30 min. at 300°F	OK
<b>Gloss, 60°</b>		<b>Knife Adhesion</b>		<b>Spray Conditions</b>	
30 min. at 180°F	92	30 min. at 180°F	Excellent	Viscosity, No. 4 Ford Cup, sec.	15
30 min. at 300°F	93	30 min. at 300°F	Excellent	Solids Content, %	24.0

**Note:** Drying the coatings at 300°F for 30 minutes simulates final properties of the resin.

<sup>1</sup> The white lacquers were formulated at a titanium dioxide/binder ratio (solids basis) of 30/70. The properties were determined after coatings were sprayed on Bonderite 1000.

<sup>2</sup> The degree of cracking at the bend over each mandrel is rated on a 0 (no failure) to 10 (complete flaking) scale.

<sup>3</sup> The degree of flaking at the scribed cross hatch is rated on a 0 (no failure) to 5 (complete lift off) scale.

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (UE) 2015/830)

### 01139101-PARALOID B 44



Versión: 2

Fecha de revisión: 18/04/2017

Página 1 de 7

Fecha de impresión: 18/04/2017

#### SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA.

##### 1.1 Identificador del producto.

Nombre del producto: PARALOID B 44  
Código del producto: 01139101  
Descripción: Resina acrílica al 100%

##### 1.2 Usos pertinentes identificados de la mezcla y usos desaconsejados.

Restauración conservativa

##### Usos desaconsejados:

Usos distintos a los aconsejados.

##### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad.

Empresa: **C.T.S. ESPAÑA Productos y Equipos para la restauración S.L.**  
Dirección: C/ Monturiol, 9 (Pol. Ind. San Marcos)  
Población: Getafe  
Provincia: Madrid  
Teléfono: +34 91 601 16 40  
Fax: +34 91 601 03 33  
E-mail: [cts.espana@ctseurope.com](mailto:cts.espana@ctseurope.com)  
Web: [www.ctseurope.com](http://www.ctseurope.com)

**1.4 Teléfono de emergencia:** +34 91 601 16 40 (Sólo disponible en horario de oficina; Lunes-Viernes; 09:00-14:00)

#### SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.

##### 2.1 Clasificación de la mezcla.

El producto no está clasificado como peligroso según el Reglamento (EU) No 1272/2008.

##### 2.2 Elementos de la etiqueta.

##### 2.3 Otros peligros.

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

#### SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES.

##### 3.1 Sustancias.

No Aplicable.

##### 3.2 Mezclas.

Esta mezcla no contiene sustancias que representan un peligro para la salud o el medio ambiente de acuerdo con el Reglamento (CE) No. 1272/2008, tienen asignado un límite de exposición comunitario en el lugar de trabajo, ni están clasificadas como PBT/mPmB o incluidas en la Lista de Candidatos.



## C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.  
 C/. Monturiol, 9 - Pol. Ind. San Marcos  
 28906 GETAFE (Madrid)  
 Tel.: +34 91 601 16 40 (4 líneas) - Fax: +34 91 601 03 33  
 www.ctseurope.com · E-mail: cts.espana@ctseurope.com

# PARALOID B-72

## PRODUCTO PARA LA CONSOLIDACIÓN DE MADERA Y PIEDRA

### INTRODUCCIÓN

El **PARALOID B-72**, es una resina acrílica (metilacrilato-etilmetacrilato) sólida, suministrada en pequeñas bolas que, oportunamente disuelta en apropiados disolventes puede ser empleada como consolidante además que para usos tradicionales como adhesivo o fijativo.

La solubilidad del PARALOID B-72 es posible con varios tipos de disolventes:

- Cetonas ( acetona, metiletilcetona )
- Esteres y éteres ( etilo acetato, butil acetato y cellosolve acetato, dowanol PM, etc )
- Hidrocarburos aromáticos ( tolueno, xileno, y mezclas como el disolvente nitro )
- Hidrocarburos clorurados ( cloruro de metileno, cloretene )

Es insoluble en agua y muy poco en alcohol etílico e hidrocarburos alifáticos.

Los disolventes aconsejados, por su baja toxicidad, son acetona (que es muy volátil), butil acetato, en caso de que se requiera un bajo nivel aromático se aconseja dowanol PM.

### PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución se prepara normalmente con una concentración entre el 2% al 10% de PARALOID B-72 en disolvente (2/10 de PARALOID B-72 y 98/90 de disolvente) por medio de un agitador mecánico. El disolvente se pone primero en el recipiente y mientras se agita este se va echando la resina hasta obtener una perfecta disolución. Un ligero aumento de la temperatura (hasta 50/60°, compatible con el punto de ebullición del disolvente), favorece la solubilización.

### APLICACIÓN

La aplicación de la solución de PARALOID B-72 sobre los objetos a consolidar puede hacerse con los sistemas normales usados para el barniz como aerógrafos o pinceles.

Los mejores resultados se obtienen por inmersión lenta del objeto a consolidar en la solución. De ese modo el consolidante es absorbido por capilaridad del soporte poroso penetrando también en las partes más internas, consolidando el objeto de manera completa y uniforme.

Para eliminar resina en superficie se aconseja siempre dar disolvente puro después de la aplicación, antes del secado. Esto reducirá el riesgo de formación de película y de efecto brillante.

### FINALIDAD DEL TRATAMIENTO

El tratamiento de consolidación así como se explica obtiene diversas funciones, las más importantes son:

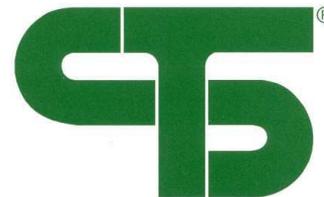
- reducción del numero de micro porosidad (diámetro inferior a 0,1 mm) y reducción del volumen de la porosidad más grande (diámetro superior a 10 mm). convirtiendo al objeto más compacto y menos frágil.
- evita la transformación del carbonato de calcio (duro y compacto) a sulfato de calcio (frágil y polvoriento), por acción del anhídrido sulfuroso presente en el aire.
- reduce la absorción de agua sea en superficie que en profundidad por quedar inalterable, en termino de color, opacidad, el aspecto del objeto tratado.

**NOTA: PARALOID B-72 confiere hidrorrepelencia sólo temporalmente, siendo oportuno continuar después de la consolidación con un tratamiento de siloxanos (SILO 111) o utilizar una resina acril-silicónica (ACRISIL 201 O.N.).**

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(de acuerdo con el Reglamento (UE) 2015/830)

### 01139000-PARALOID B 72



Versión: 2

Fecha de revisión: 18/04/2017

Página 1 de 7

Fecha de impresión: 18/04/2017

#### SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA.

##### 1.1 Identificador del producto.

Nombre del producto: PARALOID B 72  
Código del producto: 01139000  
Descripción: Resina acrílica al 100%

##### 1.2 Usos pertinentes identificados de la mezcla y usos desaconsejados.

Restauración conservativa

##### Usos desaconsejados:

Usos distintos a los aconsejados.

##### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad.

Empresa: **C.T.S. ESPAÑA Productos y Equipos para la restauración S.L.**  
Dirección: C/ Monturiol, 9 (Pol. Ind. San Marcos)  
Población: Getafe  
Provincia: Madrid  
Teléfono: +34 91 601 16 40  
Fax: +34 91 601 03 33  
E-mail: cts.espana@ctseurope.com  
Web: www.ctseurope.com

**1.4 Teléfono de emergencia:** +34 91 601 16 40 (Sólo disponible en horario de oficina; Lunes-Viernes; 09:00-14:00)

#### SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS.

##### 2.1 Clasificación de la mezcla.

El producto no está clasificado como peligroso según el Reglamento (EU) No 1272/2008.

##### 2.2 Elementos de la etiqueta.

##### 2.3 Otros peligros.

En condiciones de uso normal y en su forma original, el producto no tiene ningún otro efecto negativo para la salud y el medio ambiente.

#### SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES.

##### 3.1 Sustancias.

No Aplicable.

##### 3.2 Mezclas.

Esta mezcla no contiene sustancias que representan un peligro para la salud o el medio ambiente de acuerdo con el Reglamento (CE) No. 1272/2008, tienen asignado un límite de exposición comunitario en el lugar de trabajo, ni están clasificadas como PBT/mPmB o incluidas en la Lista de Candidatos.