

Màscara antigàs de la Guerra Civil espanyola provinent del Cinglo Alt: estudi i conservació-restauració.

Gas mask from the Spanish Civil War from Cinglo Alt: study and conservation-restoration.

Berta López Fernàndez

bertalofe00@gmail.com

Graduada en Conservació i Restauració de Béns Culturals en l'especialitat de Béns Arqueològics per l'ESCRBCC.

Graduate in the Conservation and Restoration of Cultural Heritage, specialising in archaeological heritage, from the ESCRBCC.

El present article està basat en el Treball de Final de Grau dels estudis de Conservació i Restauració Béns Culturals de l'ESCRBCC. L'objecte d'estudi del treball en qüestió són les restes de diversa naturalesa d'una màscara antigàs trobada al Cinglo Alt, un jaciment arqueològic de la Guerra Civil espanyola que es troba al Pallars (Lleida). L'article recull els diversos aspectes involucrats en la conservació de la màscara, així com informació sobre el seu origen, la investigació de la naturalesa dels seus materials i el procés de conservació-restauració.

Paraules clau: màscara antigàs, cautxú, Guerra Civil espanyola, Front del Pallars, *buffers*.

This article is based on the final assignment of the degree in the Conservation and Restoration of Cultural Heritage Studies at the ESCRBCC. The object of this work is the diverse remains of a gas mask found at Cinglo Alt, an archaeological site from the Spanish Civil War located in Pallars (Lleida). This article describes the various aspects involved in the conservation of the mask, as well as information on its origin, the investigation into the nature of its materials and the conservation-restoration process.

Keywords: *gas mask, rubber, Spanish Civil War, Pallars front, buffers.*



INTRODUCCIÓ

El passat juliol de l'any 2020 es va excavar, per segon any consecutiu, al municipi de Gavet de la Conca amb el Projecte Quadriennal de Recerca "El Cinglo Alt: Arqueologia de la Guerra Civil al Front del Pallars". Allà, entre d'altres, s'hi van trobar diverses restes que formen part d'una màscara antigàs que, l'any 2021, es van traslladar a l'ESCRBCC per a sotmetre's a un procés de conservació-restauració i ser l'objecte d'estudi d'un treball de final de grau. ^[1]

El treball en qüestió pretenia, per una banda, esbrinar la procedència i tipologia de la màscara i la naturalesa dels seus materials constitutius. Per altra banda, pretenia realitzar diverses anàlisis fisicoquímiques que permetrien extreure conclusions sobre l'estat de la peça i idear una proposta completa i raonada de la seva conservació-restauració. Finalment, aquesta proposta de conservació-restauració es va dur a terme per assegurar la salvaguarda de la màscara.



[1] La màscara antigàs abans de ser totalment excavada al jaciment del Cinglo Alt (Fotografia: Queralt Solé).



Es van plantejar dues hipòtesis:

- El cos de la màscara antigàs en si (excloent els materials auxiliars) està constituït, com a mínim, per dos tipus diferents de material.
- El material que trobem en més quantitat era originalment un teixit amb un recobriments de cautxú. No obstant això, a causa d'haver estat enterrat i de la consegüent degradació, aquest teixit no es conserva i només trobem el revestiment de cautxú.

Així mateix, es van plantejar dos objectius principals:

- La intervenció respectaria els paràmetres de pH i conductivitat de seguretat de cada material i seguiria el criteri de la mínima intervenció.
- Es pensarien solucions aquoses tamponades adients per a la remoció de cada substància que es desitja eliminar, però que no malmetessin el material subjacent.

També es van plantejar altres objectius com: definir la tipologia de la màscara antigàs, esbrinar la naturalesa dels materials de la màscara, realitzar una intervenció de

[2] Reproducció de la màscara antigàs ARS (Fotografia: LA PETITE PIÈCE. *Repro masque à gaz ARS17 France WW1* [En línia] <<https://www.lapetitepiece.fr/Repro-masque-a-gaz-ARS17-France-WW1-p-9182-c-8.html>> [Consulta: 23 març 2023]).

[3] Màscara antigàs *Appareil Transitoire* (Fotografia: LA PETITE PIÈCE. *Masque à gaz ANP 31 de 1935 - France WW2* [En línia] <<https://www.lapetitepiece.fr/Masque-a-gaz-ANP-31-de-1935-France-WW2-p-4805-c-9.html>> [Consulta: 23 març 2023]).

[4] Màscara antigàs ANP 31 (Fotografia: MILITARIA-MEDAILLES. *Masque à gaz militaire français ANP 31* [En línia] <<https://www.militaria-medailles.fr/fr/militaria-armee-francaise-39-45/12594-masque-a-gaz-militaire-francais-anp-31-date-1936-40-artillerie-campagne-de-france-1939-1940-cartouche-modele-1935.html>> [Consulta: 23 març 2023]).

conservació-restauració de la peça i trobar l'emplaçament de tots els components auxiliars de la màscara.

LA MÀSCARA: TIPOLOGIA, MATERIALS I DESCRIPCIÓ

La màscara en qüestió era una màscara antigàs francesa provinent de la Primera Guerra Mundial o del període d'entre guerres, utilitzada pels soldats espanyols a la Guerra Civil espanyola. Després de fer recerca bibliogràfica, es va determinar que la peça podria correspondre a tres tipus diferents de màscara:

- ARS (1918).²
- *Appareil Transitoire* (1931).³
- ANP 31 (1934).⁴

De la màscara, no se'n conservava la part del filtre i només disposàvem de la part de la cara, fet que creava dubtes sobre la seva tipologia. L'*Appareil Transitoire* i l'ANP 31 es van crear reaprofitant la part de la cara de les ARS, que no s'havien arribat a utilitzar a la guerra, però modificant-ne el filtre,¹ fet que fa que no es pogués distingir davant de quin model ens trobàvem.

Originalment, la màscara estava constituïda pel cos i el filtre. El cos era fet principalment d'un teixit revestit de cautxú,² però també contenia parts d'un altre material semblant al cautxú que es trobava a la zona dels ulls, un adhesiu per segellar les juntes, cintes i elements metàl·lics per ajustar-la a la cara del portador i, finalment, dues lents bicapa, fetes de vidre i possiblement acetat de cel·lulosa.³

De la màscara se'n conservava part del cos de cautxú (sense el teixit) amb l'adhesiu de juntes, elements diversos de metall, fragments de vidre, fragments de les lents d'acetat de cel·lulosa i alguns bocins molt petits del fil del cosit.

EL CAS: INTERVENCIÓ DE LA MÀSCARA

ESTAT DE LA PEÇA

La peça constava de diversos materials en diferents estats de conservació,⁵ i ⁶ detallats seguidament:

- **Metalls:** Peces de ferro, coure i altres metalls indefinits. Es trobaven a la capa superficial de terra i a la UE⁴ 2004 i 2006. El seu estat de conservació era regular o bo, depenent de l'element. Els suports presentaven diverses alteracions com corrosió, soldadura de diverses parts, augments volumètrics, lleu laminació o deformació.
- **Vidres:** Es trobaven a les UE 2003, 2004 i 2006.

L'estat de conservació era bo; les alteracions que presentaven els vidres eren fragmentació, ratllades, vores escantonades o petites fissures.

- **Plàstics:** S'ubicaven a les UE 2004 i 2006. Tenien un estat de conservació regular i dolent. Presentaven deformació, absència de suport, fragmentació i lleus fissures.

- **Cos de la màscara:** Es trobava a la UE 2006. Trobàvem parts de cautxú i altres d'estirè-butadiè, a més d'un material indefinit a la zona de les juntes. L'estat de conservació era dolent, ja que presentava fragmentació, debilitament, esquerdes per ressecament, absències de suport de diverses mides, deformació generalitzada i descohesió entre capes, a causa de la pèrdua del cosit.

Adicionalment, tots els elements, en més o menys mesura, presentaven el mateix dipòsit superficial: la terra d'excavació, producte del subsòl.

ANÀLISIS FÍSICOQUÍMIQUES

Macroscòpia

Les observacions sota la lupa binocular van ajudar a comprendre amb més profunditat la naturalesa de les problemàtiques i les característiques del suport. Per exemple, en un inici es pensava que la màscara era feta de cuir però, gràcies a les anàlisis visuals macroscòpiques, es va poder observar que, en efecte, no existia cap mena de porus de pèl i que, per tant, no ens trobàvem davant d'un cuir sinó d'un altre material.⁵ ⁷ - ¹⁰

Proves de conductivitat i pH

Les proves de conductivitat i pH es van dur a terme utilitzant petits discs de gel d'agarosa pura (de baix grau EEO)⁶ al 5% en aigua desionitzada, que es van deixar reposar sobre els diversos elements de la màscara durant deu minuts i, posteriorment, es van analitzar amb un conductímetre i un pH-metre.

Després d'aquest procés, es van obtenir els següents resultats: ^{TAULA 1}.

Les conclusions que es van extreure d'aquests resultats són, per una banda, que la solució que s'utilitzés per realitzar les neteges del cos de la màscara hauria d'estar entre els 135 µS i els 1.350 µS, ja que el recomanat és una conductivitat igual o, com a màxim, deu vegades la de la peça. En canvi, per a la resta de materials podríem utilitzar una solució amb una conductivitat més elevada, ja que els materials ho permeten.

¹ LA GUERRE DES GAZ. *La protection française contre les gaz de combat et les masques à gaz français, 1920-1940*. [En línia]. <<http://www.guerredesgaz.fr/Masques-france-1920-1940.php>> [Consulta: 19 maig 2022].

² *Ibid.*

³ PERIOD PAPER. 1943 *Ad Hercules Powder Wilmington Delaware Mask Cellulose Acetate Gas Mask FZ6* [En línia]. <<https://www.periodpaper.com/products/1943-ad-hercules-powder-wilmington-delaware-mask-cellulose-acetate-gas-mask-tube-114934-fz6-042->> [Consulta: 19 maig 2022].

⁴ UE: Unitat estratigràfica.

⁵ Vegeu l'apartat "Identificació del material del cos de la màscara" del present article.

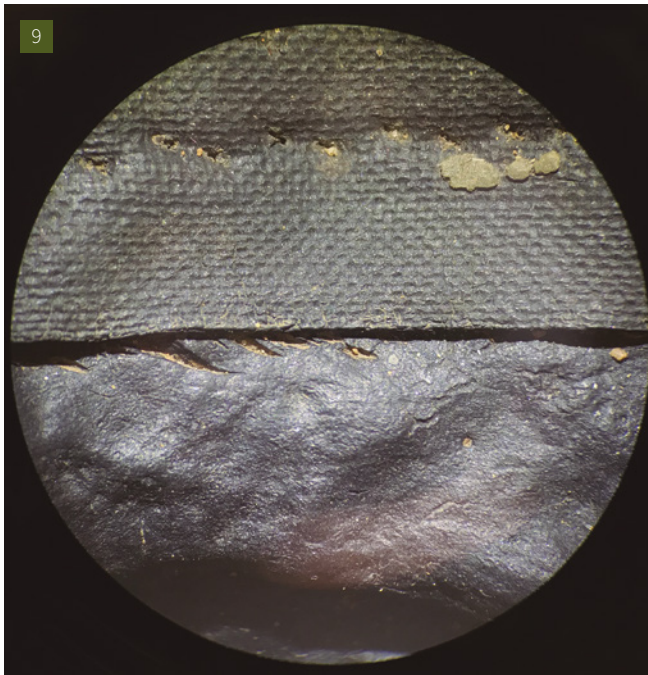
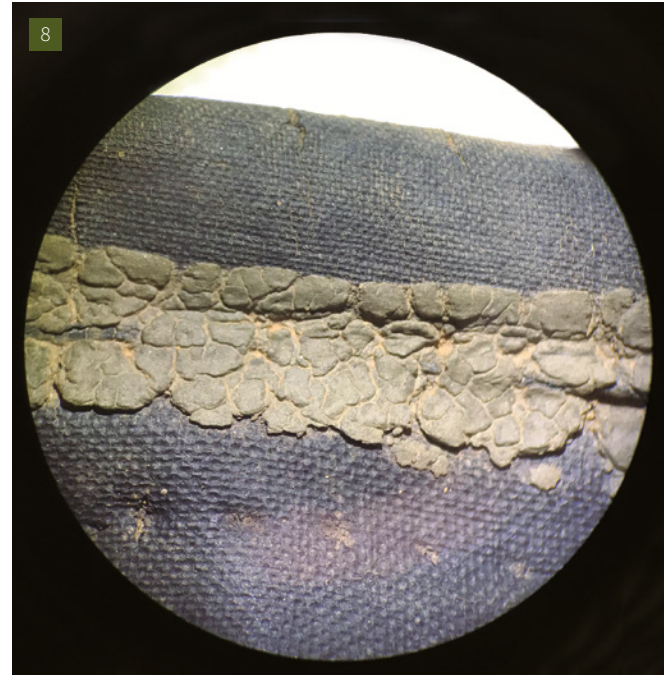
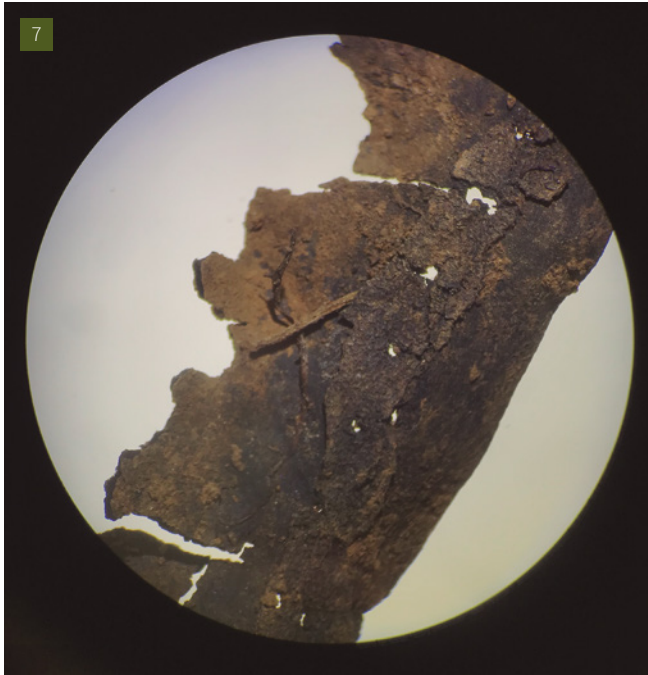
⁶ EEO: electroendosmosi o electroosmosi.

[5] Fotografia de l'anvers de la peça abans de la intervenció, amb les corresponents unitats estratigràfiques.



[6] Fotografia del revers del cos de la màscara abans de la intervenció (Fotografies: Berta López).





[7] Macroscòpia. Revers d'un fragment del cos de la màscara. S'observa una superfície llisa i una substància rígida no identificada que sembla algun tipus d'adhesiu. Hi ha presència de fissures i forats del cosit i també s'observen dos fils del cosit.

[8] Macroscòpia. Substància adhesiva de color verd que se situa a les juntes de l'anvers del cos de la màscara. Es troba clivellada però ben adherida al suport.

[9] Macroscòpia. Material A (a baix) i material B (a dalt). Al material B s'hi observen les marques del que va ser el teixit que estava adherit al cautú. S'observa com el material A és més llis.

[10] Macroscòpia. Fils del cosit de la màscara. Se n'han conservat molt pocs (Fotografies: Berta López).

TAULA 1

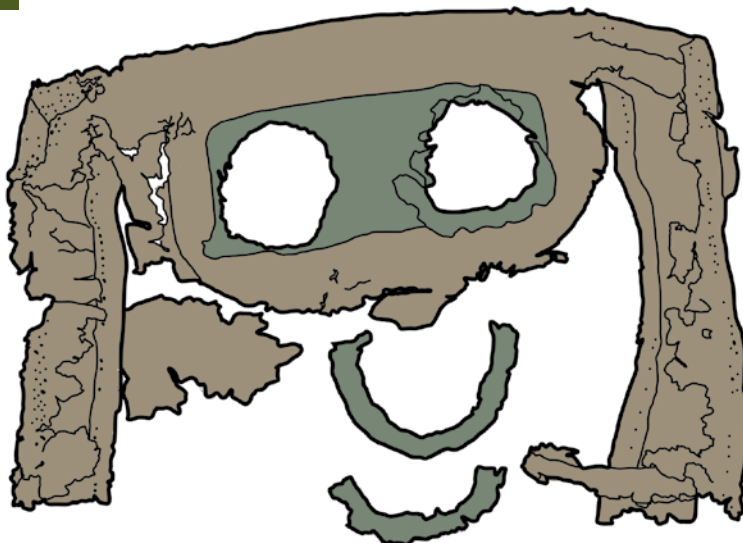
| | CONDUCTIVITAT PRE-INTERVENCIÓ | pH PRE-INTERVENCIÓ |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Cos màscara mostra 1 | 136 µS | 7,5 |
| Cos màscara mostra 2 | 148 µS | 6,4 |
| Cos màscara mostra 3 | 136 µS | 7 |
| Cos màscara mostra 4 | 121 µS | 7,2 |
| Plàstic | 124 µS | 6,9 |
| Vidre | 141 µS | 7 |
| Filtre | 150 µS | 7 |
| Molla | 113 µS | 7 |
| Botó | 0,23 mS | 7 |
| Sivella UE 2004 | 150 µS | 7,3 |
| Sivella Superficial | 190 µS | 7,1 |
| Mitjana conductivitat màscara | | 135 µS |
| Mitjana pH màscara | | 7 |

[TAULA 1] Resultats de les proves.

⁷ Metodologia de neteges aquoses controlades emprades a l'assignatura "Teoria i pràctica de la conservació i restauració de béns arqueològics I", impartida per la professora de l'ESCRBCC Silvia Marín Ortega.

⁸ Vegeu: LA GUERRE DES GAZ (*op. cit.*) i CORUBA, *WWI: The Development of Synthetic Rubber. How was rubber used in gas masks?* [En línia]. <<https://www.coruba.co.uk/blog/wwi-the-development-of-synthetic-rubber/>> [Consulta: 10 maig 2022].

11



■ Material A ■ Material B

[11] Esquema de la localització dels materials A i B (imatge: Berta López).

[106]

Per altra banda, quant al pH de la solució de neteja per al cos de la màscara i els vidres, no podria superar el 7 i per a la resta de materials podria arribar fins al voltant de 8 o 9, ja que, un cop més, els materials ho permeten.⁷

Identificació del material del cos de la màscara

Inicialment es creia que el material constituït de la màscara era cuir, no obstant això, després d'observar-la sota la lupa binocular i de fer l'examen organolèptic, es va detectar un relleu en forma de trama i ordit a l'anvers de la majoria de capes de la màscara. Tot i això, no s'observava la presència de cap teixit adherit al suport, només hi constava l'empremta d'aquest. Amb aquesta informació, complementada amb recerca bibliogràfica, es crea la hipòtesi que el material que trobàvem era un teixit amb un revestiment de cautxú,⁸ però que, a causa d'haver estat enterrat, les fibres del qual s'haurien degradat, deixant només presenta el cautxú amb l'empremta de la tela. Addicionalment, observant aquesta empremta, també s'ha pogut determinar que el tipus de lligat de la tela absent era un tafetà de malla oberta.

Al cos de la màscara s'hi observaven visualment dos tipus de materials diferenciats, que anomenarem material A i material B,⁹ les característiques dels quals són les següents:

Material A:

- És de color negre
- No presenta empremta de teixit ni a l'anvers ni al revers.
- És llis.
- És més flexible que el material B en sec i guanya flexibilitat quan s'humiteja.
- És més gruixut que el material B.
- Només es troba a la part dels ulls de la màscara i als dos semicercles oculars.¹¹

Material B:

- És de color negre.
- Presenta empremta de teixit a l'anvers i és llis pel revers.
- És trencadís quan està sec, però guanya una considerable flexibilitat quan s'humiteja.
- És prim.
- Es troba a tota la peça menys a la part dels ulls.¹¹

Així, doncs, amb aquesta informació, es va procedir a comprovar la naturalesa d'aquest suposat cautxú i investigar si el material A i el material B eren el mateix o si es tractava de dos materials diferents. Per fer-ho, es van realitzar dues proves analítiques: proves de solubilitat i assaig a la flama.

Proves de solubilitat:

Les proves de solubilitat van consistir a submergir una mostra del material A i el material B en una petita quantitat de dos dissolvents diferents durant dues hores, per esbrinar en quina de les substàncies eren solubles. Els dissolvents escollits van ser un de polar (isopropanol) i un d'apolar (Citrosolv). Els resultats obtinguts servirien, per una banda, per donar informació sobre les semblances i diferències entre ambdós materials i, per altra, per determinar quin tipus de substància es podria utilitzar a la fase de neteja, si polar o apolar.

Resultats:

| | DISSOLVENT POLAR (ISOPROPANOL) | DISSOLVENT APOLAR (CITROSOLV) |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Material A | Insoluble | Insoluble |
| Material B | Insoluble | Soluble |

Es van observar diferències en la solubilitat dels dos materials, ja que ens trobàvem que tots dos són insolubles en isopropanol (polar) però el material B és soluble en CitroSolv (apolar), mentre que l'A no ho és. Aquest fet va fer determinar que, efectivament, les dues mostres no eren del mateix material. ¹² i ¹³

Adicionalment, amb aquests resultats també es va poder determinar que la neteja s'hauria de realitzar amb una substància polar (com per exemple una solució aquosa), ja que ambdós materials són insolubles a aquesta.

Assaig a la flama:

L'assaig a la flama consisteix a col·locar una mostra d'aproximadament 0,5 x 0,5 cm sota una flama poc potent i observar-ne diferents aspectes com: la velocitat de combustió, el fum, l'olor o les cendres, entre d'altres. Aquests aspectes es comparen a partir de taules de referència, que en aquest cas provenen d'un article de Gwenola Corbin, "Les caoutchoucs dans les collections patrimoniales: identification et processus de dégradation"⁹ ¹⁴ i d'una empresa especialitzada en fabricació de mangueres, entre elles de cautxú, anomenada Euromangueras.¹⁰ ¹⁵

⁹ CORBIN, G. "Les caoutchoucs dans les collections patrimoniales. Identification et processus de dégradation". *Centre National des Arts Plastiques* (2009), p. 28. Disponible en línia a: <https://www.cnap.fr/sites/default/files/125699_recherche-gwenola-corbin.pdf> [Consulta: 13 maig 2022].

¹⁰ EUROMANGUERAS. *Identificación de cauchos*. [En línia]. <<http://www.euromangueras.com/img/cms/informacion%20y%20consejos/Identificacion%20de%20cauchos.pdf>> [Consulta: 13 maig 2022].



[12] Mostres dels materials A i B abans de les proves de solubilitat.

[13] Mostres dels materials A i B després de les proves de solubilitat (Fotografies: Berta López).

14

| Caoutchoucs | Comportement à la pyrolyse |
|---|---|
| Caoutchouc naturel (NR) | - brûle dans la flamme, continue à brûler après retrait de la flamme, ignition facile - dégage beaucoup de fumée - ramollissement de l'échantillon - la zone brûlée de l'échantillon est collante - couleur de la flamme : jaune foncé à brun |
| Ebonite | - odeur importante de soufre |
| Polybutadiène (BR) | - brûle dans la flamme, continue à brûler après retrait de la flamme, ignition facile - flamme jaune |
| Copolymère butadiène-styrène (SBR) | - odeur de styrène |
| Polyisoprène synthétique (IR) | - s'enflamme facilement, continue de brûler après le retrait de la flamme - flamme noire et jaune - la partie brûlée est ramollie et collante après refroidissement |
| Caoutchouc butyle (UR) | - brûle dans la flamme, continue à brûler après retrait de la flamme, ignition facile - flamme jaune - l'échantillon brûlé est ramolli |
| Polychloroprène (CR) et Caoutchouc de polyéthylène chloré (CM) | - brûle dans la flamme, s'éteint lors du retrait de la flamme, ignition et difficile - dégagement de fumées acides (toxiques!) - flamme de couleur verte - l'échantillon se décompose |
| Caoutchouc de polyéthylène chlorosulfoné (CSM) | - brûle dans la flamme, s'éteint lors du retrait de la flamme, ignition difficile - flamme verte - l'échantillon se décompose - un liquide marron accompagne le résidu de pyrolyse - dégagement de vapeurs d'acide chlorhydrique |
| Copolymère d'épichlorhydrine (CO, ECO et ETER) | - brûle dans la flamme, s'éteint lors du retrait de la flamme, ignition difficile - flamme verte - l'échantillon se décompose - le résidu de pyrolyse est brun foncé - dégagement d'aldéhydes, d'acide chlorhydrique, d'oléfines, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone |
| Copolymère d'éthylène-acétate de vinyle (EVM) | - dégagement d'acide acétique |
| Caoutchouc polyuréthane (AU) | - brûle dans la flamme, continue à brûler après retrait de la flamme, ignition facile - odeur intense |
| Silicone (Q) | - brûle avec difficulté, s'éteint lors du retrait de la flamme - fumée blanche |

[14] Taula de referència per a l'assaig a la flama de Corbin (Fotografia: CORBIN, G. "Les caoutchoucs dans les collections patrimoniales. Identification et processus de dégradation". *Centre National des Arts Plastiques* (2009). Disponible en línia a: https://www.cnap.fr/sites/default/files/125699_recherche-gwenola-corbin.pdf [Consulta: 13 maig 2022]).

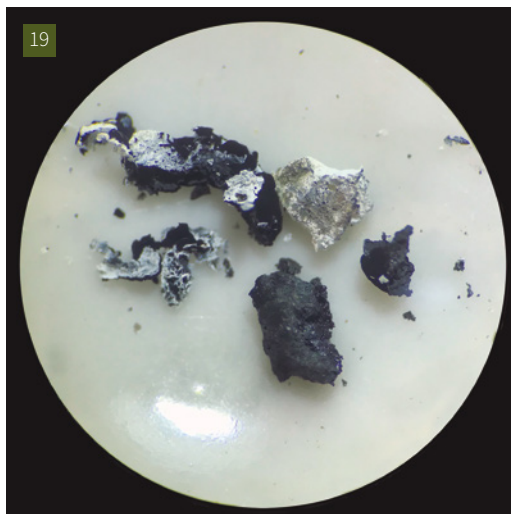
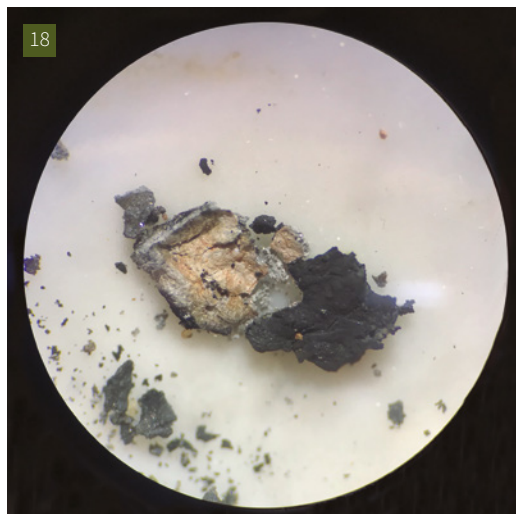
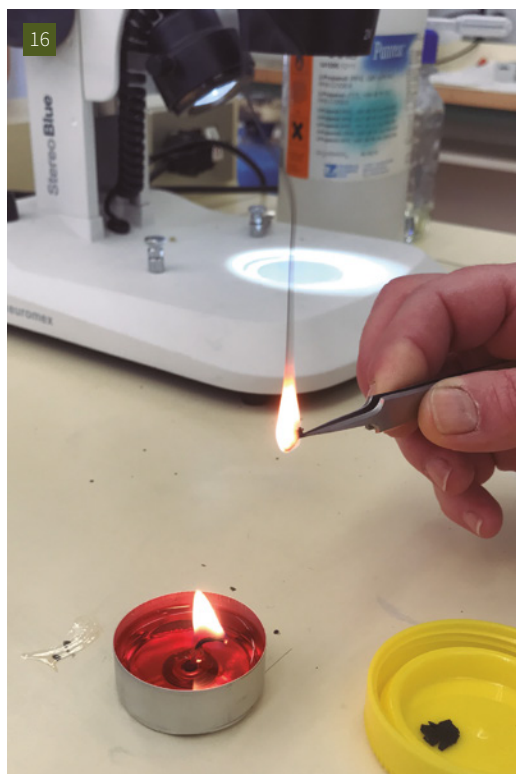
15

| CAUCHO / RUBBER | DENSIDAD / DENSITY | OLOR / SCENT | LLAMA / FLAME | CENIZAS / ASHY |
|--|--------------------|---|---|---------------------------------------|
| CAUCHO NATURAL NATURAL RUBBER | 0,97 / 1,35 | Olor típico a goma quemada. Typical smell of burning rubber. | Arde bien. Burns well. | Pastosas. Mash. |
| POLIBUTADIENO POLIBUTADIENE | 1,10 / 1,35 | Igual que el anterior, pero menos intenso. Same as above, but less intense. | Arde bien, se hincha. It burns well, plus swells. | Secas. Dry. |
| NITRILO NITRILE | 1,10 / 1,45 | Fuerte, a plantas durable. Strong, durable plants. | Arde bien, crepita. It burns well, it crackles. | Poco grasientas. Not very greasy. |
| NEOPRENO NEOPRENE | 1,30 / 1,60 | Irritante. Irritating. | Verde azulada, se apaga. Blued green, it goes out. | Algo grasientas. Something greasy. |
| ESTIRENO-BUTADIENO (SBR) BUNA | 1,10 / 1,35 | Como el caucho natural pero menos intenso. As the natural rubber but less intense. | Arde rápidamente. Burns quickly. | Muy grasientas. Very greasy. |
| BUTILO BUTYL | 1,10 / 1,30 | Olor agradable a medicamentos. Medicaments pleasant odor. | Arde bien, se hincha, azul. It burns well, it swells, blue. | Semigrasientas. Half greasy. |
| ETILENO-PROPILENO ETYLENE-PROPYLENE | 1,10 / 1,30 | Olor a leña quemada. Smell of burning wood | Arde bien, crepita, azul-amarillo. It burns well, it crackles, blue-yellow | Semigrasientas. Half greasy. |
| HYPALON HYPALON | 1,45 / 1,60 | Olor picante. Spicy smell | Verde azulado, se apaga. Blued green, it goes out. | Grasientas. Greasy. |
| SILICONA SILICONE | 1,15 / 1,40 | Olor a humo blancos y suaves. Smell soft white smoke. | Llama blanca, se hincha. White flame, it swells. | Blancas-grisáceas. White grizzly. |
| ELASTÓMERO FLUORADO FPM | 1,80 / 2,00 | Olor agradable a canela. Pleasant cinnamon smell. | Verde, se apaga. Green, it goes out. | Casi secas. Almost dry. |
| POLICLORURO DE VINILO PVC | 1,30 / 1,50 | Olor típico del plástico. Typical smell of plastic | Poca llama, chisporrotea. Amarilla. Little flame, it sparks, yellow | Grasientas. Greasy. |

[15] Taula de referència per a l'assaig a la flama d'Euromangueras (Fotografia: EUROMANGUERAS. *Identificación de cauchos*. [En línia]. <http://www.euromangueras.com/img/cms/informacion%20y%20consejos/Identificacion%20de%20cauchos.pdf> [Consulta: 13 maig 2022]).

Resultats: 16 - 19

| | OLOR | COMBUSTIÓ | FUM | RESIDU / CENDRA |
|-------------------|----------------------|---|---------------|--|
| Material A | Olor d'estirè | Combustiona ràpid i bé. La flama s'apaga i deixa brasa al separar la mostra de la flama. | Negre i espès | Residu enganxós i heterogeni: una part blanca cendrosa i l'altra negra i més sòlida. |
| Material B | Olor de goma cremada | Combustiona ràpid i bé. La flama s'apaga i deixa brasa al separar la mostra de la flama. | Negre i espès | Residu enganxós i heterogeni: una part blanca cendrosa i l'altra negra i més sòlida. |



[16] Material A sent cremat.

[17] Material B sent cremat.

[18] Cendres del material A després de ser cremat.

[19] Cendres del material B després de ser cremat (Fotografies: Berta López).

Comparant la informació dels resultats de l'anàlisi i els de les taules de referència, es determina que el material A és estirè-butadiè i el material B és cautxú.

Les dues mostres van presentar el mateix comportament o molt similar en tots els aspectes menys en el de l'olor. A la taula de referència de Corbin hi apareix l'olor d'estirè en un dels materials descrits, fet que, combinat amb la taula d'Euromangueras, fa arribar a la conclusió que el material A és estirè-butadiè.

Per altra banda, la taula de Corbin i la seva detallada descripció del comportament del cautxú sota la flama va fer classificar la mostra B com a cautxú, ja que s'observava exactament el mateix comportament amb la nostra mostra.

Així, doncs, la hipòtesi inicial que el material A i B són diferents es va confirmar. No només existia una diferència visual entre ambdós materials, sinó que existia, a més, una diferència constitutiva.

CONCLUSIONS DE LES ANÀLISIS I PROPOSTA D'INTERVENCIÓ

Després d'haver dut a terme l'examen organolèptic i les anàlisis fisicoquímiques, es va poder concloure que, tenint en compte l'estat de conservació de la peça i les degradacions que presentava, era necessari plantejar una intervenció de conservació per tal d'aturar els processos de degradació que es trobaven presents, així com per assegurar-ne la salvaguarda.

S'aplicaria un criteri arqueològic/museístic limitant-se, principalment, a la neteja (mecànica i aquosa) dels diferents suports, l'eliminació de la corrosió, l'aplanat de la màscara i l'adhesió dels elements que es sàpiga amb certesa que connecten.

Per dur a terme aquests processos, es tindria en compte la informació recopilada a la fase d'anàlisi fisicoquímiques. Es respectarien els nivells de pH i conductivitat, esmentats a l'apartat "Proves de conductivitat i pH" del present article, a l'hora d'utilitzar solucions aquoses tamponades (*buffers*). A més, per a la remoció de terra d'excavació era necessari el tractament aquós i, a l'apartat de proves de solubilitat, es constata que el suport de la màscara és insoluble en substàncies polars, així que utilitzant *buffers* també es respectaria l'ús d'una substància de neteja polar per no malmetre la peça. Addicionalment, gràcies a l'assaig a la flama, es va comprovar la naturalesa dels materials constitutius de la màscara, fet que facilitaria en gran part la recerca d'informació sobre com abordar aspectes més específics de la intervenció que es plantejava.

Per últim, també s'aplicarien una sèrie de mesures de conservació preventiva passiva en un embalatge hermètic i estable per garantir que no es desenvolupessin nous processos de degradació un cop finalitzada la intervenció.

PROCÉS DE CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ

Neteja (mecànica i aquosa controlada)

En primer lloc es van retirar els dipòsits superficials menys adherits (terra d'excavació solta) de tots els elements de la màscara, mitjançant una paletina, amb cura, ja que algunes zones es trobaven molt debilitades i sensibles.

Seguidament, es va procedir a la neteja aquosa controlada dels dipòsits més adherits (terra carbonatada). Es va realitzar la neteja aquosa dels vidres, els plàstics i les molles amb un *buffer* de borat sòdic amb quelant DTPA tamponat amb hidròxid sòdic (àcid bòric al 0,1% i DTPA a l'1% en aigua desionitzada + NaOH fins arribar a pH 8,8. Cond. 2.600 µS), aplicat sense gelificar amb hisop. En el cas de les molles, a més, es va realitzar un bany d'una hora amb el mateix *buffer* i, posteriorment, es va utilitzar una agulla per poder extreure amb més facilitat la terra de l'interior d'aquestes.

Per al cos de la màscara també es va eliminar la terra carbonatada amb un *buffer* molt suau, aquest cop de fosfat sòdic tamponat també amb hidròxid sòdic (àcid metafosfòric al 0,05% en aigua desionitzada + NaOH fins arribar a pH 7,2. Cond. 0,73 mS). Es va aplicar amb un pinzell de pèl curt i, d'aquesta manera, es complementava l'acció aquosa del *buffer* amb l'acció mecànica del pinzell per poder retirar amb més èxit totes les restes de terra.²⁰ Finalment, es van esbandir tots els elements amb aigua desionitzada i hisop.

Aplanat del cos de la màscara

Un cop el cos de la màscara ja va estar lliure de dipòsits superficials, es va procedir a l'aplanat. Només es van aplanar les zones formades de cautxú, és a dir, la franja superior, les dues tires laterals i els fragments solts. La part dels ulls de la màscara, que està formada d'estirè-butadiè, no es va aplanar, ja que el material és més rígid i dur i perillava pel seu esquerdamet.

Així, doncs, per aplanar les parts de cautxú es van interposar diverses capes de diferents materials: la primera capa (és a dir, a baix de tot) era de teixit no teixit; a sobre s'hi va col·locar el cos de la màscara i els fragments solts (lleugerament humitejats amb solució hidroalcohòlica) i, a sobre d'aquests, s'hi va posar una altra capa de teixit no teixit Reemay®, seguida per un film de polièster Melinex® i, per últim, uns pesos.²¹ Es va deixar reposar la màscara



[20] Neteja aquosa controlada del cos de la màscara amb pinzell de pèl curt (Fotografia: Júlia Servera).

[21] Procés d'aplanat del cos de la màscara (Fotografia: Berta López).

sota aquestes capes durant quatre dies i, després, es van retirar els pesos i les diverses capes.

Adhesió de fragments i consolidació

Per al procés d'adhesió de fragments, primer es van adherir els fragments solts del cos de la màscara, dels quals se n'havia trobat l'emplaçament, amb un adhesiu cel·lulòsic soluble en aigua (Kluacel®-G al 4% en aigua desionitzada). També es van adherir les zones del cos de la màscara, on les capes s'havien separat a causa de les fissures o de l'absència del cosit, i es van adherir i reforçar amb paper japonès les zones que encaixaven per testa.²² Així, doncs, es va aplicar l'adhesiu a pinzell a les zones mencionades i després s'hi va col·locar un *film* de polièster i pesos per fer pressió i que tot quedés al seu lloc. Al cap de 24 hores es van retirar els pesos i es va comprovar que el suport hagués quedat adherit i cohesionat.

Posteriorment, es van adherir els fragments de vidre que es va trobar que encaixaven. Es va fer amb resina acrílica (Paraloid® B-72 al 20% en Dowanol®), aplicada amb un micropinzell, que va servir per poder fer una feina més precisa a l'hora d'adherir.²³ Es va posar un bocí de cinta de pintor a les unions i es van deixar assecar. Posteriorment, es va retirar l'excés d'adhesiu amb acetona i un hisop.

Eliminació de la corrosió dels elements metàl·lics

L'eliminació de la corrosió es va dividir en diferents



[22] Adhesió d'un dels fragments del cos de la màscara amb Kluacel®-G i paper japonès (Fotografia: Júlia Servera).



[23] Adhesió d'un dels fragments de vidre amb Paraloid® B-72 i micropinzell (Fotografia: Júlia Servera).



[24] Eliminació de la corrosió del filtre amb microtorn (Fotografia: Júlia Servera).

processos, depenent del tipus de metall, del seu estat i del tipus de corrosió que presentava.

Eliminació de la corrosió dels ferros amb mètode mecànic:

Es va retirar la corrosió superficial del filtre, el botó i una de les sívelles mecànicament, utilitzant un microtorn amb capçals de corindó i de raspall d'acer, fins a arribar a la capa uniforme de magnetita, que es va mantenir. ²⁴

Eliminació de la corrosió activa (clorurs i carbonats de coure):

Es va realitzar l'eliminació de la corrosió activa (clorurs i carbonats de coure) banyant tots els metalls (exceptuant les molles, ja que no tenien presència de corrosió) en un *buffer* de borat sòdic amb quelant DTPA tamponat amb hidròxid sòdic (àcid bòric al 0,3% i DTPA al 4% en aigua desionitzada + NaOH fins a arribar a pH 8,8. Cond. 15,7 mS). Les peces es van submergir en aquesta solució i es van tapar els recipients. Aquest procés es va repetir dos cops fins que es van eliminar amb èxit els clorurs i els carbonats de coure. Entre bany i bany es van esbandir les peces amb aigua desionitzada i es van raspallar.

Per comprovar els nivells de clorurs de la peça es va analitzar la solució en què estaven banyats els metalls, després del període desitjat, amb un titrador de clorurs. En la següent taula es mostren els nivells de clorurs després de cada bany:

| | BANY 24H | BANY 4 DIES |
|-------------------------|----------|-------------|
| Sivella ferro | 0 mg/L | 0 mg/L |
| Filtre + botó | 38 mg/L | 0 mg/L |
| Metalls diversos | 69 mg/L | 0 mg/L |

Eliminació de la corrosió amb mètode aquós controlat:

Es va eliminar la corrosió dels metalls (exceptuant les molles) mitjançant un *buffer* de borat sòdic amb quelant DTPA, tamponat amb hidròxid sòdic. De la mateixa manera que per al procés d'eliminació de la corrosió activa, es van realitzar diversos banyos, entremig dels quals es van raspallar els metalls i es van esbandir amb aigua desionitzada. En aquest procés també s'hi van incloure els ferros per acabar d'eliminar les capes més fines i superficials de corrosió que no es van arribar a eliminar mecànicament. ²⁵

Esbandid final i control de pH i conductivitat

Es va realitzar un esbandid final de la peça per eliminar qualsevol residu restant dels productes que se'ls van aplicar.

Per al cos de la màscara, l'esbandid final es va fer amb hisop i aigua desionitzada sense gelificar abans del procés d'adhesió de fragments. La resta de materials també es van esbandir amb aigua desionitzada; els metalls, raspallant-los, i els plàstics i vidres, amb hisop.

A més, també es van realitzar les proves de pH i conductivitat finals per comprovar que la peça continuava estable en aquests sentits. Els resultats obtinguts van ser els següents: **TAULA 2**.

Després de prendre les mesures es va concloure, d'una banda, que havia baixat la conductivitat dels materials respecte a la de pre-intervenció i va quedar una conductivitat adient; per altra banda, es va observar que el pH no havia variat gaire de l'inicial. Així, doncs, els materials es van mantenir estables i no es van tornar àcids o bàsics en excés.

Embalatge i condicions de conservació preventiva

Quant a l'embalatge, es va separar el cos de la màscara de la resta de materials en dues caixes de plàstic transparent diferents, **26** i **27** ja que no comparteixen les mateixes condicions de conservació preventiva. En ambdues caixes es va crear un llit d'escuma de polietilè amb espais a mida, perquè les peces no es moguessin durant el transport.

Els paràmetres de conservació preventiva del cos de la màscara són els següents:

- 55% d'Humitat Relativa
- 18-20 °C de Temperatura
- Atmosfera seca i neta de pols.

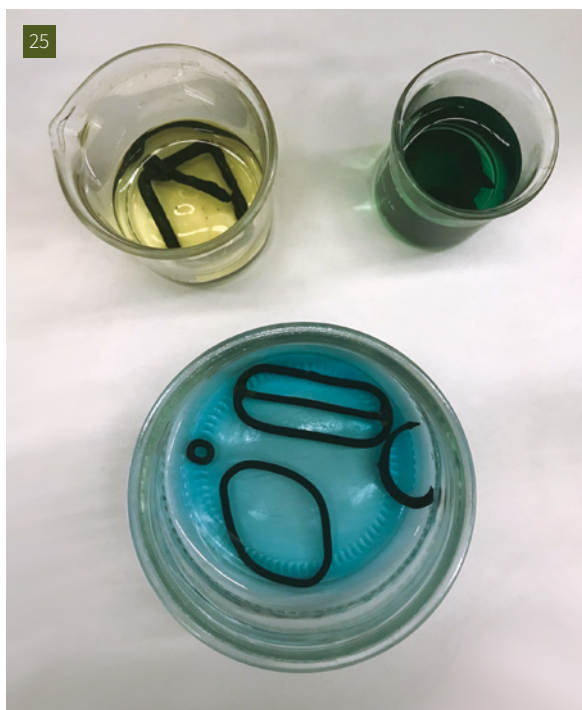
És per això que es va col·locar dins de la capsula un agent estabilitzador per mantenir l'Humitat Relativa al 55%.

Per a la resta de materials, com que n'hi ha que són metalls, els paràmetres de conservació preventiva són:

- 40% d'Humitat Relativa
- 5-20 °C de Temperatura
- Atmosfera seca i neta de pols.

Així, doncs, dins de la segona capsula s'hi va col·locar un agent estabilitzador per mantenir el 40% d'Humitat Relativa i, a més, s'hi va afegir un inhibidor de la corrosió en fase vapor. Addicionalment, s'hi va introduir un petit

termohigròmetre per poder anar controlant els nivells de temperatura i humitat de la capsula. **28** i **30**



[25] Metalls en bany de *buffer* (Fotografia: Berta López).

TAULA 2

| | CONDUCTIVITAT PRE-INTERVENCIÓ | pH PRE-INTERVENCIÓ |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Cos màscara mostra 1 | 131 µS | 7,6 |
| Cos màscara mostra 2 | 123 µS | 7,1 |
| Cos màscara mostra 3 | 119 µS | 7,5 |
| Cos màscara mostra 4 | 126 µS | 7,1 |
| Plàstic | 126 µS | 7,3 |
| Vidre | 154 µS | 7,3 |
| Filtre | 131 µS | 7,4 |
| Molla | 119 µS | 7,2 |
| Botó | 129 µS | 7,1 |
| Sivella UE 2004 | 141 µS | 7,3 |
| Sivella Superficial | 146 µS | 7,4 |
| Mitjana conductivitat màscara | 124,75 µS | |
| Mitjana pH màscara | 7,32 | |

[TAULA 2] Resultats del procés.

[26] Embalatge del cos
de la màscara.



[27] Embalatge
dels elements
complementaris de la
màscara (Fotografies:
Berta López).



28



[28] Fotografia post-intervenció de l'anvers de la màscara.

29



[29] Fotografia post-intervenció del revers del cos de la màscara (Fotografies: Berta López).

[30] Fotografia post-intervenció de detall del cos de la màscara. S'observa un gran canvi respecte de les fotografies inicials. A la banda dreta de la fotografia s'hi pot veure una de les adhesions del suport amb paper japonès (Fotografia: Berta López).



CONCLUSIONS

Després d'haver finalitzat totes les fases del treball, a través de la recerca bibliogràfica, les diverses anàlisis i l'experiència de la fase de conservació-restauració, es van poder extreure conclusions relacionades amb les hipòtesis plantejades inicialment. Aquestes són:

1. Gràcies a les proves de solubilitat i a l'assaig a la flama, es va confirmar que, en efecte, el cos de la màscara antigàs està format per dos tipus diferents de material. S'ha determinat que el material A es tracta d'estirè-butadiè i el material B és cautxú.

2. A través de l'observació macroscòpica amb lupa binocular i de la recerca bibliogràfica sobre els materials constitutius d'aquest tipus de màscara, es va arribar a la conclusió que el material B era un teixit amb recobriment de cautxú. No obstant això, aquest teixit es va degradar i va desaparèixer a causa d'estar enterrat, de manera que només se n'ha conservat el cautxú, que presenta l'empremta de la tela. Si mirem les fotografies de les possibles tipologies de màscara, s'observa com la part exterior de les màscares és de tela, fet que concorda amb la nostra màscara, ja que a l'anvers presenta les marques de la tela, però al revers no.

3. La intervenció va respectar els nivells de pH i conductivitat de seguretat de tots els materials. Això es va poder controlar a partir de la utilització de solucions aquoses tamponades, ja que aquestes tenen un pH i una conductivitat fixes. Es va poder

comprovar que les peces s'havien mantingut estables a través del control de pH i de conductivitat final. A part, la proposta es va ajustar al criteri de la mínima intervenció, ja que es va limitar a la neteja de la peça i a l'adhesió dels fragments dels quals es tenia certesa del seu emplaçament. En cap cas es va reintegrar la peça ni es van afegir productes innecessaris.

4. El disseny de solucions aquoses que respectessin la integritat del material subjacent, però que remoguessin les substàncies desitjades (principalment terra d'excavació), es va dur a terme amb èxit. Això es va poder comprovar perquè, a l'hora de fer les neteges, els materials subjacents no es van dissoldre en cap ocasió.

A part, es van assolir tots els objectius plantejats a la introducció excepte dos d'ells, que es van assolir parcialment. Per una banda, no es va poder definir la tipologia concreta de màscara de gas a causa de la manca d'una de les parts d'aquesta, el filtre. No obstant això, després de fer recerca, es va aconseguir acotar les possibles tipologies a tres tipus de màscara: l'ARS, l'*Appareil Transitoire* o l'ANP 31. Per altra banda, l'objectiu de trobar l'emplaçament de tots els components de la màscara també es va assolir parcialment per culpa de la manca o degradació d'algunes de les parts. És per això que només se sap amb certesa la ubicació de la sivella de la UE 2006, que se situa al costat esquerre de la màscara, i dels vidres i els plàstics d'acetat de cel·lulosa, que originalment eren lents que es trobaven a la zona dels ulls.

BIBLIOGRAFIA

BRAUN, D. *Métodos sencillos de identificación de plásticos*. 2a ed. Barcelona: Hanser Editorial S. L., 1989.

JACKSON, G. "Multiple Historic Meanings of the Spanish Civil War". *Science & Society*. Vol. 68 (2004), núm. 3, p. 272-276. Disponible en línia a: <<https://www.jstor.org/stable/40404187>> [Consulta: 9 maig 2022].

MACKAY, R. "The Good Fight and Good History". *History Workshop Journal* (2010), núm. 70, p. 199-206. [En línia]. <<https://www.jstor.org/stable/40981165>> [Consulta: 9 maig 2022].

SHASHOUA, Y. *Conservation of Plastics: materials science, degradation and preservation*. Londres i Nova York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2020.

TELECA. *El Aliento del Diablo: Defensa Antigas Durante la Batalla de Levante, 1938*. [En línia]. <<https://www.amonio.es/otros/PDF%20EL%20ALIENTO%20DEL%20DIABLO.pdf>> [Consulta: 9 maig 2022].

Des de 2001 donem suport a la difusió de la recerca en Conservació i Restauració

Núm. 21 (2022)



Núm. 20 (2021)



Núm. 19 (2020)



Núm. 18 (2019)

