

TÈCNIQUES I MATERIALS DE REINTEGRACIÓ PER A RECEPTACLES DE VIDRE ANTIC

Autora: Carme Zabala Caparrós

Treball Final de Grau

Grau de Conservació-Restauració de Béns Culturals

Tutor: Gonzalo Martí Beltran

Curs: 2018-2019



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Agraïments

Aquest treball ha estat possible gràcies a totes les persones que d'una manera o altra m'han ajudat. En primer lloc vull agrair al tutor, Gonzalo Martí pel seguiment ofert, per donar consell, ajudar a enfocar el projecte sempre que ha estat necessari, i sobretot per la paciència que ha mostrat amb mi. Donar les gràcies també a l'equip de restauració de la Diputació de Barcelona, en especial a N. Avecilla per oferir les instal·lacions i compartir la seva experiència personal per tal de dur a terme les tasques més complexes del treball. Als treballadors del museu de Badalona i a la responsable del departament d'arqueologia E. Gurri per l'aportació de fotografies i literatura precisa, i per la seva confiança a l'hora de mostrar les reserves del museu per tal de poder observar els originals. Així mateix, agrair-li l'interès mostrat per la nostra disciplina i aportar un punt de vista dispare. A S. Saera, artesà vidrier i ceramista que sense cap compromís s'ha ofert a donar ajuda, cedir la infraestructura de què disposa, trobar solucions als problemes que es plantejaven i en general a compartir coneixements.

Igualment vull donar les gràcies a Valeria Msmczynski per la conferència donada a la facultat on va compartir els detalls de les tècniques de restauració més actuals. D'altra banda també agrair a tot el professorat del grau de Conservació-Restauració de Béns Culturals de la UB, concretament a Núria Flos i Margarita Alcobé, per apropar als estudiants una petita part de la restauració de material arqueològic, i compartir la passió per aquesta branca de la disciplina amb tots nosaltres fent que, a mi particularment, augmentés considerablement l'interès per aquests materials. A part també cal reconèixer la quantitat de consells aportats pels companys/es, compartint tota classe de coneixements i aportant informació de gran utilitat, sense perdre de vista el suport de família i amics per entendre la importància d'una disciplina d'aquestes característiques.

Resum

Aquest projecte pretén fer un recopilatori de les principals tècniques de reintegració en vidre arqueològic que s'han aplicat al llarg dels anys. A partir d'aquestes i un cop estudiades les principals alteracions del material, es plantegen un seguit d'assajos experimentals. En ells s'hi posen en pràctica alguns dels mètodes estudiats en la bibliografia disponible, amb la intenció de comprovar el comportament dels productes utilitzats i els obstacles que presenta cada un dels processos. El vidre és un material d'una fragilitat elevada per la qual cosa avui en dia representa una part mínima dins el patrimoni; per aquesta raó, en aquest treball es facilitaran els aspectes de la reintegració volumètrica i cromàtica en el camp de la conservació-restauració per ajudar que aquests objectes tinguin més protagonisme a l'hora d'aportar informació del passat.

PARAULES CLAU: vidre, tècniques de restauració, reintegració volumètrica, reintegració cromàtica, resina de polièster, resina epoxídica

Abstract

This project aims to make a compilation of the main techniques of reintegration in archaeological glass that have been carried out over the years. From these and once the main alterations of the material have been studied, a series of experimental tests arise. They put into practice various of the methods studied in the available bibliography, with the intention of verifying the behavior of the products used and the obstacles presented by each of the processes. The glass is a material of a high fragility for which thing nowadays represents a minimum part within the heritage. Therefore, in this work the aspects of volumetric and chromatic reintegration in the field of conservation-restoration will be facilitated in order to help these objects to play a more prominent role when it comes to providing information about the past.

KEYWORDS: glass, restoration techniques, volumetric reintegration, chromatic reintegration, polyester resin, epoxy resin

ÍNDEX

1. Introducció	5
2. Objectius	6
3. Metodologia	7
4. Breu història del vidre i la seva elaboració	8
5. Reintegració del vidre antic	11
5.1. Descripció del material	11
5.2. Alteracions del vidre antic	12
5.3. Mètodes de reintegració de vidre antic emprats al llarg de la història	15
6. Assajos experimentals	21
6.1. Materials	21
6.1.1. Materials de modelatge	21
6.1.2. Materials de reintegració	23
6.1.3. Materials de coloració	25
6.2. Reintegracions en recipients	26
6.2.1. Reintegració amb resines <i>in situ</i> i motlle de membrana de silicona	30
6.2.2. Reintegració amb resines <i>in situ</i> i motlle de doble cara de cera	35
6.2.3. Reintegració exterior amb resines i motlle de doble cara de silicona	38
6.2.4. Reintegració exterior amb plàstics i vidre	43
6.3. Proves de resistència a l'estrès	47
7. Apreciacions	51
7.1. Apreciacions dels diferents mètodes de reintegració emprats als assajos	51
7.2. Apreciacions dels materials utilitzats	55
8. Conclusions	57
Bibliografia.....	60
Annexos.....	65

1. Introducció

El vidre té un important valor com a element de datació, i simplement per aquest fet ja se li haurien de dedicar molts més estudis que els que trobem avui en dia. Concretament, sobre els vidres d'època romana no apareix gaire informació, degut possiblement a l'estat de destrucció i la fragilitat que acostumen a presentar a l'hora de replantejar-se una conservació. El vidre ocupa un paper molt important dins la conservació i restauració de material arqueològic, però aquest material ha estat generalment oblidat si el comparem amb altres materials com la ceràmica (Flos, 1987).

No sempre les peces surten en un estat mínim de conservació (Flos, 1987), l'estat fragmentari en què s'acostuma a trobar aquest bé cultural exigeix la realització acurada d'una consolidació per poder aconseguir objectes els quals ofereixin prou identitat per ser estudiats (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007). Per aquest fet, és possible trobar-se amb objectes amb perfil sencer que van ésser intervinguts per poder-los analitzar més profundament, però avui en dia és possible que es vulgui canviar la seva funció. És el cas d'una ampolla d'una sola nansa i boca petita de vidre romà de color verd de l'any 50 d.C., classificada com a tipus Isings 50b (Fig. 1 i 2); va ser consolidada pel seu estudi ja que es tractava de l'única peça d'aquestes característiques que es trobà tan completa en l'àrea de Badalona. Aquesta actualment forma part de l'exposició permanent de les termes del Museu de Badalona, però la responsable del departament d'arqueologia li preocupa l'estabilitat de l'objecte perquè presenta una gran pèrdua en un dels seus laterals. Es tracta de l'objecte de vidre més important del museu, fet que provoca que es vulgui conservar i a la vegada, reintegrar per donar una certa continuïtat al perfil de cara a la seva visualització per part del públic.



Figura 1– Ampolla de vidre verd.
Font: © E. Gurri (1978)
Arxiu digital de la col·lecció gràfica
del Museu de Badalona



Figura 2 – Detall de la boca de l'ampolla de vidre.
Font: © E. Gurri (1978)
Arxiu digital de la col·lecció gràfica del Museu de
Badalona



Figura 3 – Bol de vidre blau.
Font: © E. Gurri (1976)
Arxiu digital de la col·lecció gràfica
del Museu de Badalona

És per aquest motiu que es comença a plantejar aquest treball. La restauració de l'objecte en qüestió genera una sèrie de qüestions que podrien ser aplicades a altres peces de característiques similars: És absolutament necessària la reintegració?, Quins criteris s'han de seguir per adaptar-los al conjunt de la col·lecció?, S'ha de conservar l'anterior intervenció?, Fins quin punt és possible la reintegració per tal de no sotmetre el material a grans esforços?, Quines possibilitats de reintegració es poden fer en aquest cas?. Amb el treball que es presenta a continuació, s'intentaran respondre aquestes preguntes amb la intenció de fer servir els resultats obtinguts com a guia de properes intervencions de peces amb característiques similars. Dins de la mateixa col·lecció es troben altres objectes de vidre com per exemple un bol de vidre blau datat de l'any 41-54 d.C. (Fig. 3) el qual també presenta pèrdues però es concentren a la vora i per tant és de fàcil accés en comparació amb l'ampolla.

Un cop es tingui clar perquè resulta necessària la reintegració, i seguint els criteris de restauració, aquesta peça podria ser restaurada perquè ja té un perfil definit, i l'afegit no superaria el 50% de material original (Alcobé, 2017-2018, p. 69-73). En aquests casos, el procés s'iniciaria respectant la intervenció anterior sempre que, el fet de mantenir-la, no dificulti la restauració ni posi en risc l'objecte.

2. Objectius

Aquest treball constarà d'una primera part teòrica seguida d'una part pràctica on es contemplen els següents objectius:

- Estudiar les dades bibliogràfiques i observar els materials originals per tal d'entendre els mètodes de reintegració emprats habitualment en les intervencions de conservació-restauració de recipients de vidre romà extrets d'excavacions
- Comparar els mètodes de reintegració descrits en la literatura amb casos reals per observar els resultats obtinguts i el seu estat de conservació.
- Avaluar, a partir de l'elaboració d'uns simulacres amb vidre de manufactura moderna, els avantatges i inconvenients dels mètodes triats per fer la reintegració volumètrica de les pèrdues provocades als objectes de vidre utilitzats pels assajos.
- Observar els efectes, a nivell químic i físic, que una exposició prolongada a condicions desfavorables pot provocar en les mostres obtingudes a partir de la part pràctica del treball.

3. Metodologia

La metodologia que se seguirà, es limitarà a l'estudi de la conservació-restauració d'objectes que hagin estat prèviament consolidats amb un tipus d'adhesiu difícilment reversible, amb pèrdues de difícil accés degut a la forma original de l'objecte, com per exemple quan la peça presenta un coll excessivament tancat on seria complicat introduir-hi qualsevol de les eines pensades per a aquesta mena de restauracions.

Es partirà de l'estudi dels diferents mètodes que han sorgit des dels anys vuitanta fins a l'actualitat referits a aquests objectes. Es començarà analitzant diferents articles apareguts en revistes especialitzades i altres publicacions, ponències en congressos, conferències, sense deixar de banda, òbviament, la informació recopilada per primera mà provinent d'experts en el tema. Tenint en compte l'evolució, tant dels criteris de restauració de cada moment com de la immensa varietat de materials que s'han posat a prova constantment.

Abans d'endinsar-se en el tema de la conservació-restauració, sempre resulta necessària tant una investigació de la història de l'objecte com de les seves característiques materials. Així doncs, aquests aspectes més tècnics constituïran el centre primer de l'estudi per, tot seguit, estar en disposició d'analitzar els resultats de la part pràctica, i poder entendre el perquè de les alteracions que es puguin generar. Aquesta part comptarà amb simulacions per tal d'establir quins dels mètodes emprats és el més adient per resoldre la reintegració volumètrica d'uns objectes d'una tipologia determinada. Sense aquesta primera part d'estudi no seria possible realitzar la segona correctament segons criteris de restauració.

També s'estudiaran directament els objectes que han estat restaurats al llarg dels anys, amb les diferents tècniques, per tal d'observar quina ha estat la seva evolució amb pas del temps. Depenent de les condicions a les quals hagin estat exposats, podrien donar uns resultats de conservació diversos; sense canvis, o bé, que hagin aparegut certes alteracions i determinar per quin motiu s'han produït.

La idea principal no passa per poder posar en pràctica les tècniques estudiades, sinó establir quin dels mètodes escollits i analitzats s'ajusten millor als criteris de conservació-restauració de material arqueològics establerts en el moment, d'aquesta manera es podrà determinar la dificultat en implementar cada procediment. Gràcies a aquestes pràctiques, també es tindrà l'oportunitat d'apreciar les diferents dificultats i problemes que vagin sorgint.

Posteriorment, es sotmetran les mostres que s'han tret a partir dels simulacres a proves de resistència. Aquestes consistiran en fer passar les peces per condicions ambientals excessivament desfavorables, ja que amb un període de temps tan curt com vindria a ser mig any no seria suficient per a detectar canvis en unes circumstàncies acceptables. Un cop fetes les proves de resistència, en no disposar de cambra d'envelliment, tenir en compte que és un termini curt per determinar conclusions prou fiables, s'establirà un període d'un mes per valorar les diferències òptiques patides en casos extrems.

El pressupost que és necessari per dur a terme cada un dels mètodes estudiats, també serà un fet a tenir en compte. El conjunt de tots aquests aspectes donaran uns resultats que permetran definir finalment quin seria el mètode més apropiat en el cas proposat.

4. Breu història del vidre i la seva elaboració.

L'origen del vidre se situa en la nebulosa dels temps. Segons Plini el Vell la casualitat és la que està en la base de la seva descoberta en un determinat indret de les costes fenícies, a la desembocadura del riu Belus. L'autor llatí diu que un mercader de nitra (nitrat de potassi), en no trobar pedres per subjectar les olles en les que cuinava utilitzà terrossos del seu carregament. Roents aquests per l'escalfor del foc i en presència de sorra, observaren que fluïen uns regalims transparents d'un líquid desconegut, el vidre (Flos, 1987).

Documentat està que és cap a la meitat del tercer mil·lenni a.C., a Egipte i Mesopotàmia, probablement es va començar a establir la manufactura del vidre a l'imperi africà, aquí s'hi descobriren els primers vestigis d'aquesta manufactura corresponents a peces de collarets i varetes (Flos, 1987). Trobem vasos durant el regnat de Tuthmosis III (1504–1450 a.C.) (Megalópolis, 2017), estructures força elaborades que també van florir a Mesopotàmia a la mateixa època, expansió que es prolonga en el temps fins a voltants del 1200 a.C. data a partir de la qual la producció de vidre és gairebé testimonial. La gran expansió es produí durant l'imperi Romà, arribant fins i tot a les terres de Germània (Lòpez, 2001).

Cap al segle I d.C. Plini ens diu que ja existeix manufactura de vidre a la península Itàlica, Gàlia i Hispània, per arribar més al nord cap a la meitat d'aquesta centúria. L'expansió coincident amb l'apogeu de l'Imperi Romà, dona una retracció en la fabricació del vidre reconcentrant-se una vegada més en la seva localització d'origen Sirià i Bizantí (Lòpez, 2001; Ecovidrio, 2012).

L'Edat Mitjana du aparellat, en certa manera, el reobriment de rutes comercials, o més ben dit, el seu redescobriment. El nord d'Itàlia n'és el primer beneficiari, especialment la república veneciana, autèntica súper-potència comercial de l'època. Coneixedor d'estar en possessió dels coneixements tècnics necessaris per crear el que durant tota l'Edat Mitjana va ser un autèntic objecte de luxe només a l'abast de la noblesa i l'alt clergat (Ecovidrio, 2012). Per tal d'evitar la dispersió i com a mesura certament proteccionista, els artesans es centralitzen a l'illa de Murano que es convertí en l'autèntic centre neuràlgic en la fabricació d'aquest preuats béns. Els venecians havien assolit l'excel·lència en la manufactura d'un producte inventat 4500 anys abans, tal com sembla determinar l'existència de baixos relleus a les tombes de Benni-Hassan (Gordiola, 2017), ens referim al vidre bufat.

Avançant en el temps, en els segles XVI i XVII, cal destacar per la seva rellevància els productes fets a la costa barcelonina. A la mateixa Barcelona i a Mataró (Flos, 1987), la manufacturaria de les quals abasta de les peces per a taula a objectes d'emmagatzematge, com ara ampolles de tons verdosos, passant per elements d'enllumenat o d'ús personal (Pugès, 2013).

Dins del barroc a Europa té especial rellevància el desenvolupament d'un nou producte, el cristall (vidre de Bohèmia caracteritzat per la talla i el gravat). Cal esperar als inicis de la revolució industrial de finals del segle XIX, primer a Anglaterra i més tard al continent, per gaudir de l'abaratiment del producte. Més endavant, amb l'aparició de noves tècniques i la seva aplicació en construcció, perquè el vidre sigui un material global i a l'abast de tothom (Lòpez, 2001).

El procés d'elaboració del vidre és, conceptualment parlant, relativament simple; no havent evolucionat, en essència, els mètodes de fabricació des dels principis dels temps. Bàsicament s'aprofiten tècniques emprades en els treballs de metall, pedra i ceràmica amb les lògiques adaptacions; l'emmotllat amb una llarga tradició (Lòpez, 2001; Flos, 1987). De fet, els vidres de construcció existents ja a l'Imperi Romà, són manufacturats amb aquesta tècnica. Primer a la península Itàlica irradiant des d'allà als diversos territoris sota domini romà, apareixent de manera més tardana a la península Ibèrica (Heras & Urbina, 2000), encara que també podria tractar-se, l'escassetat de restes trobades (Pérez-Sala, 2000).

Les peces manufacturades mitjançant aquest procediment d'emmotllament s'obtenen tot estirant la massa vítria amb la utilització d'eines adients dipositant la pasta o directament vidre triturat dins d'un motlle de doble paret. Aquest s'escalfa al forn amb la intencionalitat que acabi adaptant-se a l'espai buit, i consegüentment adoptar la forma predeterminada (Flos, 1987).

Una altra tècnica bàsica i compartida amb diversos gremis, conceptualment menys elaborada que la vista anteriorment, és la del tallat; encara que en absolut vulgui dir menys difícil, ja que precisa de la perícia dels artesans. Bàsicament consisteix en l'obtenció de peces a partir de la talla en fred d'un bloc de vidre (Flos, 1987).

A banda d'aquests dos procediments descrits, trobem dues tècniques pròpies i exclusives de la manufactura del vidre. Aquestes permeten explotar totes les possibilitats plàstiques del material; ens referim a la del nucli d'arena i la del vidre bufat (Lòpez, 2001).

El nucli de sorra va ser la tècnica utilitzada per a la fabricació d'ungüentaris prèvia a l'aparició del vidre bufat. Se'n deriva una restricció però; degut al mètode que consisteix en embolcallar amb un drap un nucli de sorra humida fixat a l'extrem d'un mànec, introduint-se en el vidre prèviament fent-se rodar posteriorment damunt d'una superfície llisa. Una vegada refredada la peça es retirava la sorra (Fig. 4), d'aquesta manera només podia obtenir-se receptacles de boca estreta (Flos, 1987).

Vidre bufat, aquesta tècnica esdevé la protagonista de la manufactura de peces de vidre tant per la seva espectacularitat com per l'ampli ventall de peces que se'n poden obtenir. Si bé hi ha constància indirecta, determinats jeroglífics així ho demostren. De la seva utilització rudimentària a Egipte, pot assegurar-se que el seu desenvolupament es produí al segle I a.C. a Síria. Difonent-se des d'aquesta localització per tota la conca mediterrània, i més enllà, afavorint aquest fet per la consolidació de l'imperi romà (Flos, 1987; Sancho, 2000).

Bàsicament consisteix fondre el vidre en un forn (Fig. 5) i bufar aquesta pasta vítria mitjançant una canya de ferro llarga dins d'un motlle o a l'aire lliure, obtenint una elasticitat i mal·leabilitat més gran que l'adquirida en altres processos (Sancho, 2000). No només s'elaboren peces decoratives o d'ús quotidià, sinó que al segle V d.C. també es troba vidre arquitectural o vidre pla.

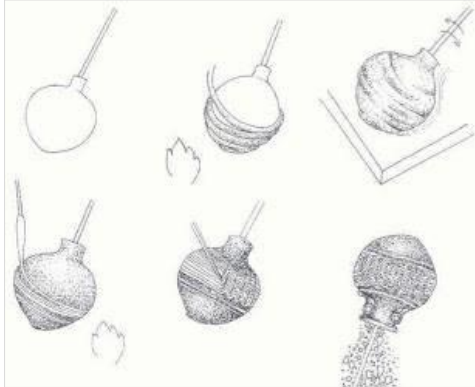


Figura 4 – Tècnica del nucli de sorra.
Font: (Duran, 2007)
Arxiu digital de la col·lecció gràfica de Banc d'Olors.



Figura 5 – Rèplica a petita escala d'un forn romà per fondre vidre.
Font: © C. Zabala (2019)
5_forn_roma.jpg

5. Reintegració del vidre antic

5.1. Descripció del material

Per tal d'elaborar una proposta d'intervenció adequada, abans serà imprescindible conèixer els materials i els factors de degradació i conservació de l'objecte en qüestió. Conèixer les principals característiques del vidre és de gran ajuda a l'hora d'entendre algunes de les alteracions més destacades. Transparència i fragilitat són les paraules que descriuen el vidre, aquest fet tan destacat del material es deu a l'estructura molecular que posseeix. En resumides paraules, la forma en la qual s'agrupen els àtoms que el constitueixen està poc organitzada, ja que els fotons no tenen prou energia per dur-ho a terme i com a conseqüència no són absorbits pel material. En un objecte opac, els fotons es capten perquè han aconseguit reordenar els àtoms (NAUKAS, 2011; Moriarty, 2011).

Quan parlem del vidre, ens referim a una matèria amorfa produïda a partir de cristalls de sílice que permeten a aquest donar-li cos, duresa i resistència als agents atmosfèrics i químics (Flos, 1987). La seva proporció voreja el 70%, ja que és necessària l'addició d'altres productes per tal rebaixar la temperatura de fusió del material que va des del 1600°C fins als 1800°C (Mamczynski, 2018). S'afegeixen fundents com ara el sodi a un percentatge del 20% aproximadament, són àlcalis que permeten reduir aquesta temperatura, però generen un inconvenient ja que fan que la mescla sigui molt més soluble. Per tant s'ha d'incorporar un nou element al 10% que actuarà com estabilitzat, aquest és el calci. Si algun d'aquest percentatges es canvia considerablement, és quan el vidre comença a ser extremadament inestable (Flos, 1987; Mamczynski, 2018). Aquesta composició, com ja s'ha dit, vindria a ser la correcta, però en els vidres més antics es fa difícil arribar a una conclusió sobre la varietat de productes utilitzats, tot i que al cap i a la fi no podien ser tan diferents dels que avui en dia es coneix. Com és evident es podien trobar substàncies que s'anomenarien impures a més de tota classe d'òxids que permetien donar color al producte. Si es volia aconseguir un to verd, s'hi afegien òxids fèrrics, de crom i de níquel; mentre que si el color desitjat era un groc, s'hi podien trobar òxids de plata, urani i sofre (Flos, 1987; Iñiguez, 2000).

5.2. Alteracions del vidre antic

El vidre pot semblar un material força estable als agents atmosfèrics, però la realitat no és aquesta. Amb el llarg pas del temps aquest es va debilitant fins a poder arribar a la seva total destrucció encara que es trobi en condicions ambientals aparentment òptimes. Tot i no ser higroscòpic, les alteracions químiques poden transformar la seva superfície en sals minerals sensibles a la humitat, ajudant al desenvolupament de microorganismes perjudicials (Sancho, 2000). Aquest fet és comú en objectes que han sortit d'excavacions arqueològiques, ja que el substrat en el qual es troben presenta un ambient amb unes característiques d'humitat molt elevades que afavoreixen aquesta activitat. Però tot i això, el principal problema no és aquest, sinó que ho és la **desvitrificació**. Un procés que es presenta en diverses fases, menys agressives al principi i abastadores quan més avançat es troba. Deriva, en gran mesura, de la pròpia naturalesa del vidre a causa d'un accés extremat d'algun dels seus elements, combinat amb condicions d'humitat i temperatura summament altes o baixes (Flos, 1987).

El procés ve donat per una reacció química dels elements alcalins. En primer moment es presenta com un petit **entelament** de la superfície, generat per l'absorció d'aigua que va dissolent les substàncies més solubles. La segona fase s'anomena **exsudació**, els primers símptomes d'aquesta encara és possible frenar-los (Mamczynski, 2018); però tot seguit comencen a aparèixer els fets més evidents per pensar que es tracta de desvitrificació. Es manifesten quan la massa amorfa original comença a formar estructures produint un alliberament d'àlcalis, que es presenta en forma d'**opalescència** generada per petits punts blancs de silicats alcalins (Lòpez, 2001) a més d'incrustacions de naturalesa carbonatada (Vilucchi, 2000). La següent etapa varia segons la forma de corrosió que generi l'alliberament d'àlcalis; es poden formar **microesquerdes, laminació o anells**. A mesura que aquestes alteracions van prosseguint, l'estructura del material es va debilitant potencialment fins al punt de la **fracturació total** en peces. Si s'ha trobat l'objecte en aquest punt, és quan es comença a plantejar la consolidació, o fins i tot una possible reintegració en el cas que s'hagin perdut fragments que perjudiquin la seva estabilitat.

El vidre que prové d'una excavació presenta unes característiques determinades que el diferencien de tot aquell que no ha estat en contacte amb la terra. Com ja s'ha vist, aquest material s'ha pogut alterar d'una forma irreversible (Lòpez, 2001). Si ens centrem en el vidre de producció romana, es podrà observar com aquest és molt més fràgil que la resta degut al disminuït gruix que se li donava, per tant no és d'estranyar que les peces d'aquesta procedència apareguin normalment fragmentades (MENIA, 2012). Un dels avantatges que representa el fet que hagin estat enterrats és que quan en el seu interior hi ha entrat terra, aquesta ajuda a conservar la forma i la posició original de les peces fragmentades (Fig. 6). Encara que, el més evident seria pensar que la peça es trenqués durant la seva vida a causa de cops o alguna caiguda; llavors aquest recipient es va abandonar quan el poblat va ser devastat (Pugès, 2013). És aleshores quan els objectes es descobreixen trencats en peces més o menys disperses en el terreny, o fins i tot algun únic fragment. Tot i així, en ocasions seria possible la recuperació del perfil i altres detalls de l'objecte original (Newton, 1989).

La restauració completa d'aquest material es pot començar a plantejar quan se'l vol utilitzar com a missatge expositiu (Pugès, 2013), aquesta intervenció està molt restringida i es reserva només per objectes els quals és necessària la seva visualització (Newton, 1989). Cada un dels artefactes que passen per tot el procés de reconstrucció, presenta unes condicions diferents segons el tipus de vidre, la forma, el significat històric, etc. que en numerables ocasions obliguen a dur a terme un plantejament de treball molt divers en cada cas (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007).



Figura 6– Recipient amb extremitat d'una excavació amb l'interior de sorra.

Font: (MENIA, 2012)

Arxiu digital de la col·lecció gràfica de Menia
Restauración & Patrimonio.



Figura 7– Recipient fragmentat.

Font: (Fundación Carlos Ballestra López, 2018)

Arxiu digital de la col·lecció gràfica de Fundación Carlos
Ballestra López.

D'aquesta manera es pot arribar a la conclusió que és probable que objectes de vidre sortits d'excavacions, arribin a mans d'un conservador-restaurador en un estat crític on hi predomina la descomposició en peces a part d'altres degradacions que s'han mencionat anteriorment. El simple fet que sigui un material tan poc freqüent, provoca que en un gran nombre d'ocasions es vulgui donar a conèixer la seva espectacularitat i història a un públic mitjançant l'exposició. En aquest instant és quan es planteja la reintegració que molts cops serà efectiva. Ja que, a causa de la desvitrificació, d'una caiguda, d'un cop o simplement pel fet d'haver estat molts anys en el subsòl, els objectes no es troben generalment complets (Fig. 7, 8 i 9), sinó que hi ha pèrdues; ja sigui perquè un dels fragments s'ha extraviat a causa del moviment humà o simplement el material s'ha alterat fins al punt del desgast absolut fent infactible una recuperació de l'estructura.

Una reintegració podrà realitzar-se seguint diversos mètodes segons la mida de la pèrdua, el lloc on se situa, la forma de l'objecte, la fragilitat d'aquest o l'objectiu pel qual sigui necessària la intervenció. Cada un d'aquests trets diferenciais planteja una sèrie de reptes pels quals serà imprescindible l'adaptació dels mètodes ja existents a les característiques per tal d'aconseguir uns bons resultats. Per exemple si ens trobem davant d'una falta de material que es situa en una vora, serà possible plantejar-se molt tipus de procediments perquè és de fàcil accés, però si aquesta part presenta moltes decoracions, s'hauria d'escollir una tècnica que permeti captar molt bé l'empremta dels detalls. En canvi si la falta de material es presenta en una paret interior com en el cas de l'ampolla del museu de Badalona, el motlle podria ser d'un material més rígid ja que la superfície és plana i com a molt amb alguna curvatura. L'inconvenient és la

localització, ja que en un recipient amb una boca estreta la manipulació resulta complicada per falta d'accessibilitat. També ens podem trobar el cas d'un objecte el qual es té el perfil complet però en molt poca superfície, aquí s'haurien d'ajustar les tècniques per tal d'aconseguir un motlle que permetés recrear-lo amb total fidelitat. Depenent de la finalitat per la qual es dugui a terme la reintegració, es podran seguir uns criteris de diferenciació diversos, tant pel que fa al color com a l'acabat en comparació amb l'original.

Com ja s'ha vist, cada objecte presenta unes característiques que poden ser similars a la dels seus pròxims, però amb trets únics que generen reptes molt diversos. És per aquest motiu que seria impossible descriure un sol mètode de reintegració, sinó que es pot partir d'una base específica per cada tret diferencial; tenint en compte que posteriorment s'hauran de fer variacions per adaptar-les unes necessitats concretes.



Figura 8 – Recipient fragmentat i lacrimatori per prendre referència/Museu de Badalona.

Font: © C. Zabala (2019)

8_recipient_fragmentat_lacrimatori_MB.jpg



Figura 9 – Boques d'ampolles separades del seu cos/Museu de Badalona.

Font: © C. Zabala (2019)

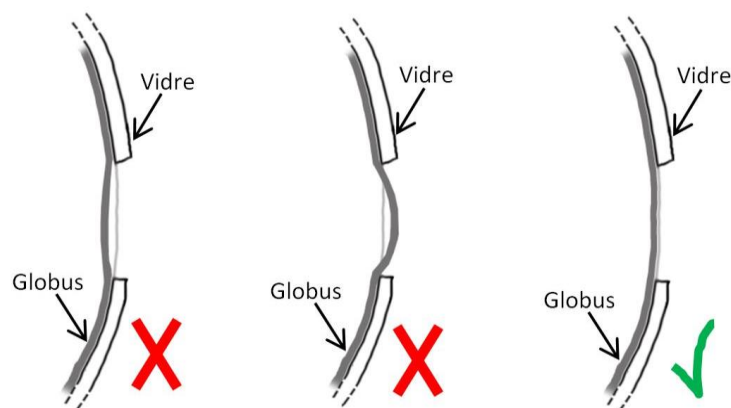
9_boques_ampolles_MB.jpg

5.3. Mètodes de reintegració de vidre antic emprats al llarg de la història.

En l'última dècada del segle XX, els criteris de restauració de vidre eren concebuts de manera diferent als que es tenen en l'actualitat. Es valorava més que un objecte estigues complet per ser visible de cara a un públic, i no es plantejaven tant el fet d'actuar el mínim possible, ja que quan més manipulació sobre l'objecte més perill s'afegeix. Entenent aquest fet, es pot entendre la gran varietat de mètodes que van anar sorgint per reintegrar cada pèrdua depenent de la situació en la qual es trobava.

En aquest primer cas, a finals dels anys 80, s'explica com es pot dur a terme una restauració partint d'un recipient amb una forma tancada. El que més varia en tots els casos que s'han analitzat és el tipus de motlle, i en aquest cas s'utilitzava una tècnica que consistia en inflar un globus dins del recipient. D'aquesta manera es generava una membrana interior on poder-hi recolzar la barreja de resina de polièster que posteriorment taparia el forat, i un cop aquesta havia catalitzat es podia desinflar i treure el globus de l'interior sense cap problema. La resina utilitzada en aquell moment era la Polilyte® ND. 0059, però actualment ja no es comercialitza possiblement degut a l'alt grau de toxicitat que presenten aquests tipus de productes. S'emprava aquest material ja que permetia la pigmentació per tal d'adaptar-se als colors tan diversos que tenien els objectes en l'època romana. La fase de pigmentació es duia a terme mitjançant pigments en pols introduïts directament dins la mescla de resina (Flos, 1987).

Un dels inconvenients que presenta aquest mètode sorgeix a l'hora de fer la membrana interior amb el globus, ja que és difícil arribar al punt d'inflat correcte en el qual aquest quedi el suficientment adaptat a les parets del recipient. Pot ser que es generi una deformació en forma de bombolla a l'interior de les pèrdues a causa d'un accés d'inflat, o per contraposició, massa desinflat provocant que en introduir la resina dins de la pèrdua, aquesta membrana cedeixi permetent l'entrada de més resina a l'interior del recipient (Gràfic 1). També s'especifica en les bibliografies estudiades, que en certs moments es va arribar a utilitzar metacrilat com a material de reompliment (Flos, 1987), però aquest no permet ser tenyit i per tant presenta unes possibilitats menors a l'hora d'adaptar-se a la tonalitat de l'original.

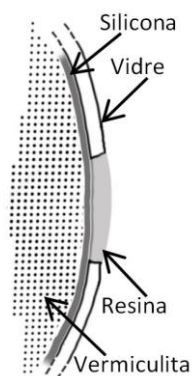


Gràfic 1 – Esquema de la secció d'un recipient explicant la correcta utilització del globus com a motlle.

Font: © C. Zabala (2019)

1_grafic_globus.jpg

Un any abans d'entrar als 90, a Europa, es segueix amb la idea d'utilitzar un globus que actuï com a membrana interior, però aquest cop s'introdueixen dos nous materials en el mètode. Aquest és la sorra o l'aigua, i el que permetran serà crear un cos que faci pressió des de l'interior cap a les parets del recipient, i d'aquesta manera s'assegura que quan es posi la resina sobre la pèrdua no vessi dins del recipient. Aquesta idea va evolucionant, ja que comencen a aparèixer recipients prèviament consolidats que provoquen que es tingui en consideració aquest fet. El que novament es plantegen és crear una membrana interior similar a la que faria un globus, però aquest cop utilitzant silicona. Després d'un seguit de proves s'arriba a la conclusió que el més adient és utilitzar una silicona líquida, per tal que es creï una membrana resistent però a la vegada fina que ajudarà a poder treure-la de dins el recipient un cop seca i acabades les reintegracions sense el perill que s'esquinci. Dos tipus de silicones que més s'assimilaven a les característiques requerides van ser les següents: Silicoset® 105 i Rhodorsil® 11504A, finalment es decantaren per l'última, ja que tot i no ser la que generà una membrana més fina, la seva resistència permet ser treta de dins el recipient d'una sola peça. Per tal de compensar aquest fet, s'opta per introduir un dels materials esmentats anteriorment per afegir un cos a l'hora de decantar la resina. La sorra que s'utilitza és la vermiculita (Gràfic 2), ja que té una granulometria molt petita que permet crear a l'interior una superfície el suficientment compacta i fina que té la capacitat d'introduir-se en tots els buits i no es desplaça durant l'aplicació del material de reompliment (Newton, 1989).

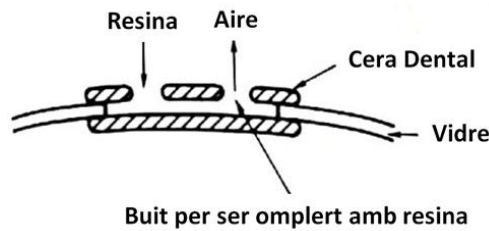


Gràfic 2 – Esquema de la secció d'un recipient explicant la disposició dels materials per l'elaboració d'un motlle amb membrana de silicona.

Font: © C. Zabala (2019)

2_grafic_membrana_silicona.jpg

Altres alternatives que eren presents en el moment però no era possible utilitzar-les en recipients tancats, consistien a fer motlles *in situ* amb fang modelat o bé amb làmines de cera, utilitzant alcohol polivinílic entre el vidre i el motlle que actuaria com a desemmotllant. També s'utilitzava Aloplast® que és un compost similar a la plastilina creat especialment per ser utilitzat amb resina de polièster, però s'utilitzava més freqüentment per crear motlles exteriors de peces soltes com podria ser una nansa. El motlle de cera que s'utilitza en aquests casos on els objectes estan oberts o són de fàcil accés, consten de dues parts. Una primera làmina de cera a la part interior del recipient amb la curvatura corresponent i adherida a la superfície amb l'ajuda d'una espàtula calenta o plastilina d'escultor, mentre que la segona làmina se situa a la part superior amb la mateixa curvatura, però amb la diferència que se li fan dos petits forats, un a la part superior i un a la part inferior (Gràfic 3). Aquests orificis funcionen de tal manera que en introduir la resina per un dels orificis, l'aire vagi sortint per l'altre evitant l'aparició de bombolles a l'interior de la resina.



Gràfic 3 – Esquema de la secció d'un recipient de vidre durant la seva reintegració volumètrica mitjançant motlle de doble cara amb cera.

Font: (Newton, 1989, p. 238)

Arxiu bibliogràfic de la Universitat de Barcelona.

A l'hora d'escollir un material per a la reintegració s'optava per una varietat àmplia, des de resines epoxídiques com Ablebond® 342-1, resines de polièter com Trylon® (cap dels dos productes es comercialitza actualment), fins a làmines acríliques preformades com el Perspex® o el Plexiglas®. La pigmentació d'aquestes resines es feia amb pigments a base de polièster, que s'adaptaven millor a les característiques òptiques i químiques de la resina (Newton, 1989).

Una alternativa a les membranes de silicona, sorgeix a Itàlia en ple any 2000. Consisteix a fer parets interiors en les zones de pèrdua amb làmines de plastilina grisa d'escultor i barreres d'aquesta a l'exterior en els límits a reintegrar (Fig. 10), permeten que la resina no s'escoli pels voltants (Vilucchi, 2000). La principal problemàtica és que la làmina de plastilina no es pot introduir fàcilment si la boca del recipient és massa petita, seria necessària la utilització de molts instruments complementaris com espàtules i pinces que podrien acabar deformant la superfície llisa d'aquesta. A l'hora d'escollir un material per a reintegrar, opten per la resina epoxídica Araldite 2020® ja que és un producte que presenta unes característiques molt similars a les del vidre, com per exemple l'índex de refracció que és de 1'553 i en el vidre oscil·la entre 1'05 i 1'66 depenent del tipus de materials que el componen (Malagon, 2011). També destaca una característica que tot conservador-restaurador ha de tenir molt en compte, i és que presenta un baix nivell de toxicitat en comparació amb totes les resines de polièster utilitzades anteriorment.

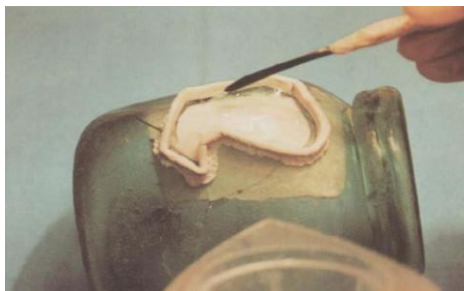


Figura 10 – Reintegració amb motlle de plastilina

Font: (Vilucchi, 2000, p. 68)

Arxiu bibliogràfic de la Universitat de Barcelona.

Tot i els grans avenços que s'havien aconseguit en l'última dècada, cal dir que no van arribar a tothom. En els tallers més petits es seguien centrant en els materials més bàsics amb els quals es podien aconseguir resultats igualment acceptables, però moltes vegades era necessari un gran plantejament previ per tal que aquests materials com ara la cera de dentista i la plastilina grisa d'escultor s'adaptessin a les exigències que requereix cada peça en particular. El producte que s'utilitzava per reintegrar les pèrdues seguia sent la resina de polièster com podria ser la RESIPOL®

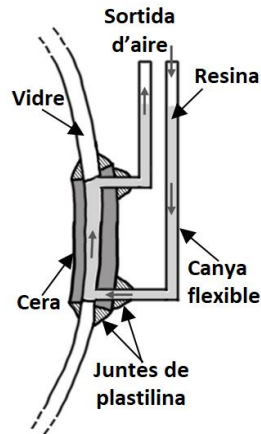
9944 amb un catalitzador de peròxid de metil etil cetona. Mentre que a l'hora de fer la coloració de la resina per adaptar-la al conjunt de la peça, s'optava per emprar pigments en pols (Sancho, 2000). Aquest és un fet que es va donant al llarg del temps fins a l'actualitat, ja que constantment es té un pressupost escàs i per tant no es pot permetre generalment la utilització nous materials que sorgeixen perquè exigeixen una inversió molt major.

Amb el canvi de segle, es pot començar a observar una evolució de pensament pel què respecta als criteris de restauració. Es prioritza la mínima intervenció, és a dir, es té més en compte l'estabilitat de l'objecte, que no pas que tingui un aspecte el més sililar possible a com seria originalment. Però pel que fa a l'àmbit museístic, quan un objecte ha de ser exhibit es prefereix que estigui el més complet possible per tal que l'espectador no tingui possibilitat a confusió. És per aquest motiu que moltes vegades es troben peces amb reintegracions volumètriques tot i que la falta d'aquestes no afectés l'estabilitat total del conjunt. En els tallers més petits es pot observar aquest canvi de mentalitat, però segueixen sense variar els materials. En aquests casos es pot observar com es prioritza el fet que, en el cas dels recipient de difícil accés, es pugui millorar l'entrada i d'aquesta manera evitar errors que serien d'una reversibilitat complicada. És per aquest motiu que es troben objectes en els quals se'ls hi ha retirat part de la consolidació d'una intervenció anterior per deixar obertures més grans (Iñíguez, 2000; Lòpez, 2001).

Pel que fa els a tallers amb un prestigi més elevat, es comença a observar amb més continuïtat la utilització dels nous materials. El fet que s'opti per fer la reintegració amb una resina epoxídica en lloc d'una de polièster, fa que vagi variant l'elecció dels pigments utilitzats per la coloració de la resina. Quan s'aplicava pigment en pols dins la resina Araldite® 2020, s'anava observant com, degut a la fluïdesa d'aquest producte, les partícules del pigment quedaven acumulades en major part a la base de la reintegració ja que anaven decantant a poc a poc durant el procés de curat. Aquest fenomen fa que vagin en cerca d'un nou tipus de pigments que evitin l'efecte. Els pigments Microlithe-Ciba® són un cas que, com el seu nom indica, són de partícula molt petita, de mida microlítica. Aquesta característica permet que no pesin tant, i com a conseqüència no decanten a la base de la reintegració com podrien fer segons quins pigments utilitzats anteriorment. També presenten una transparència superior que els fa molt adequats per ser utilitzats amb la reintegració de vidre, ja que en molts casos l'opacitat d'alguns pigments és un inconvenient. A l'hora d'utilitzar-los s'han de dissoldre amb toluè, a diferència dels pigments en pols utilitzats normalment que és necessari l'alcohol etílic. (Pugès, 2013)

Un altre material utilitzat va ser la silicona Panasil® *contact Plus*, que es podia utilitzar puntualment per la presa de mostres. Ja que no és una silicona líquida, sinó que presenta certa consistència plàstica i un cop curada pot proporcionar resultats fidels, però resulta difícil d'aplicar si s'ha de fer dins d'un recipient d'accés reduït. També, durant un període de temps es varen utilitzar resines acríliques com el Plastogen®G o Technovit® 4000A, ja que la toxicitat és inferior a les resines de polièter però no s'obtenien tan bons resultats. Així que actualment es pot trobar la seva utilització com a consolidant de peces de manera puntual, un exemple seria el Paraloid B-72 al 25%, que és un producte molt versàtil utilitzat en l'àmbit de la conservació-restauració de material arqueològic.

Pel que respecta als motlles que s'utilitzen en el moment, cal retrocedir uns anys quan s'esmentava el mètode amb dues làmines de cera una a l'interior i l'altra a l'exterior amb dos orificis. Aquesta tècnica ha perdurat al llarg del temps, però en aquest cas ha evolucionat lleugerament. S'afegeix una canya flexible a cada obertura (Gràfic 4), fent que d'aquesta manera el recipient pugui quedar amb la seva posició original i amb menys possibilitats de vessament de la resina (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007).



Gràfic 4 – Esquema de la secció d'un recipient de vidre durant la seva reintegració volumètrica mitjançant motlles de doble cara de cera amb canyes.

Font: (Fernández, Schönherr, & Pugès, 2007, p. 74)

4_grafic_motlle_canyes.jpg

Actualment es segueixen utilitzant resines de polièster com a material de reintegració, ja que el preu de les resines epoxídiques pot arribar a ser nou vegades superior. Una de les resines de polièster més emprada a hores d'ara és la Tritone Extra Transparente Líquido-Sintolit®, que ofereix uns resultats competents amb el vidre quan a transparència. Presenta un inconvenient, la seva toxicitat molt elevada, i que per tant obliga a ser treballada sota campana d'extracció i amb mestures de protecció individuals com guants i mascareta. L'Araldite® 2020 es reserva per reintegracions més puntuals, i normalment quan la pèrdua no és de grans dimensions. De la mateixa manera, el mètode amb el qual s'escull pigmentar la resina segueix sent el d'aplicar el pigment en pols prèviament pastat amb alcohol, i barrejat amb la part de resina quan encara no s'ha incorporat el catalitzador (Avecilla, 2014).

A Europa s'han començat a fer reintegracions amb un tipus de motlles diferents seguint el criteri de la mínima intervenció sobre l'objecte. El mètode consisteix a generar una mostra d'escaiola igual a la pèrdua a reintegrar, fent servir materials no nocius com la cera de dentista i la plastilina d'escultor. Un cop s'ha obtingut la peça d'escaiola, es fa un motlle de doble cara amb silicona líquida la qual cosa permetrà fer tantes proves de resina com sigui possible, amb l'avantatge que si hi ha un error, es pot rectificar les vegades que sigui necessari sense afectar l'objecte original (The British Museum, 2016). D'aquesta manera es pot arribar a tenir una peça de resina, en aquest cas es decanten més per l'Araldite® 2020, perfectament acabada i polida, i un cop llesta només caldrà aplicar uns pocs punts d'adhesiu perquè quedi consolidada amb el conjunt de l'objecte (The British Museum, 2016). Aquest mètode permetrà que si al cap dels anys es fa necessària la seva eliminació, sigui un procediment més fàcilment reversible que si s'hagués fet la reintegració *in situ*.

Pel que fa a la coloració de la resina, s'ha plantejat d'una forma diferent, ja que en tots els mètodes anteriors s'havia observat que s'introduïa el pigment dins la barreja de resina, la qual cosa molts cops es feia complicat de controlar. El nou mètode consisteix en la coloració únicament de la superfície de la peça de resina. Bàsicament el que s'utilitzen són pintures acríliques transparents com ara la gama de colors Golden®, concretament els *Transparent Airbrush Colors*, que com el seu nom indica presenten unes característiques de transparència molt similars a les del vidre. En tractar-se de pintures a l'aigua, es fa necessària l'aplicació d'un producte més que permeti que aquestes s'adhereixin a la superfície llisa de la resina, i de la mateixa marca que les pintures hi ha un mitjà anomenat *Porcelain Restoration Glaze (Gloss)* que ho permet (The British Museum, 2017). Aquesta manera d'aplicar el color fa possible que si en algun moment al llarg del temps aquest acabat s'alterés, seria possible la seva retirada sense la necessitat d'eliminar per complet tota la reintegració de resina.

En l'actualitat és possible trobar-se amb tallers que alternin les dues resines, però es decanten més per l'aplicació de resines epoxídiques a causa de les seves característiques de transparència, duresa, baixa toxicitat i índex de refracció similar al del vidre, tot i el seu preu elevat. Com a substitut de la resina Aralidite® 2020 es pot optar per una altra resina epoxídica denominada HXTAL NYL-1, que té un índex de refracció molt semblant al del vidre històric. D'aquesta manera s'aconsegueix que, barrejant tres parts de resina i una de catalitzador, quan s'aplica com a adhesiu en les fractures, aquestes desapareguin. L'inconvenient d'aquest material és que genera moltes bombolles, amb la qual cosa es fa necessària la seva aplicació en una cambra de buit. Pel que respecta als motlles, hi ha una nova silicona anomenada Elite Double 8 de la marca Zhermack® que és molt flexible i molt adient per utilitzar en sectors petits (Mamczynski, 2018).

Aquí s'ha presentat un breu recull dels mètodes més destacats que han anat sorgint al llarg del temps, on també hi ressalten una sèrie de materials que s'han utilitzat en la major part de tècniques; com ara la cera de dentista, la plastilina d'escultor o la silicona. Però amb el canvi de mentalitat n'han sortit de nous amb unes característiques que assoleixen els objectius dels criteris actuals com ara la reversibilitat, la compatibilitat amb el material original i sobretot la seva baixa toxicitat.

6. Assajos experimentals

6.1. Materials

Per tal de dur a terme els assajos experimentals, prèviament s'ha fet una cerca de tots els materials utilitzats al llarg del temps en les tècniques de reintegració, observant minuciosament les característiques per tal de determinar els avantatges i inconvenients que presenten en l'àmbit de la restauració d'aquest tipus d'objectes (Fernández, Schönherr, & Pugès, 2007). D'aquesta manera, un cop es coneguin les particularitats de cada producte, serà de gran ajut a l'hora d'escollir quin d'ells és el més adient per cada procés i necessitat en particular.

Generalment, s'ha de tenir en compte que els materials no han estat pensats per aquest tipus d'objectiu, i per tant la seva utilització ha estat adquirida mitjançant certes adaptacions durant la intervenció per tal que compleixin els criteris necessaris establerts en tota restauració.

6.1.1. Materials de modelatge

Silicona: Com ja s'ha pogut observar, s'utilitzen moltes varietats de silicones amb unes característiques de fluïdesa ben diverses, però en el cas concret de reintegració de pèrdues els restauradors es decanten per la més líquida per realitzar motlles. Es va començar a utilitzar com a alternativa al làtex perquè ofería unes propietats de flexibilitat i durabilitat millors. El principal avantatge és la resistència a la deformació que, un cop catalitzada, permet ser forçada i retornar a la seva forma original. També és molt adequada per la presa d'empremtes amb gran fidelitat, ja que la seva fluïdesa en l'inici li permet adaptar-se a tota mena de relleus, fins i tot als més baixos, obtenint uns resultats fidels a la realitat. A més és capaç de suportar temperatures severes de -60° a 250°C i resisteix a l'acció directa d'alguns químics com ara àcids (CROW, 2015).

Cera de dentista tipus Cera Reus®: Aquest és un material reiteradament utilitzat en l'elaboració de tot tipus de motlles. Es comercialitza en làmines 1,5mm de gruix les quals es poden ajustar a curvatures i perfils no molt complexos si s'estoven amb l'aplicació d'escalfor. Un primer inconvenient apareix quan es vol emprar en grans estructures, a causa de la petita mida amb la qual es distribueix, aquesta no arriba a cobrir volums extensos generant juntes quan s'intenten unir diverses. És molt sensible a deformacions, amb una lleugera pressió pot alterar la superfície que en moltes ocasions serà difícil de rectificar (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007).

Plastilines: Dins de la gran varietat de plastilines per modelar, en restauració s'opta per la grisa d'escultor. La principal característica és que no s'asseca amb l'aire de tal manera que manté les seves propietats. És molt adequada per reconstruir volums sencers sobre els quals hi reposarà posteriorment la reintegració, per tant permet abastar grans superfícies. Tot i que resisteix al contacte amb resines epoxídiques, s'ha de tenir en compte que és molt greixosa i pot crear taques irreversibles sobre les superfícies. L'aplicació d'aquesta anirà majoritàriament acompanyada d'un producte aïllant que separi els diversos materials per protegir-los (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007).

Fang: Aquest material vindria a ser similar a la plastilina, però amb la diferència que seca en contacte amb l'aire. Permet formar grans volums que rodegin la pèrdua en els quals hi podrà descansar el material de reintegració, però al ser porós s'haurà de posar un material que l'impermeabilitzi. El fang refractari té una textura més granulada a causa de la seva composició d'argila més xamota, i generalment poca plasticitat amb l'avantatge que pot suportar altes temperatures sense coure's, tal com indica E. Serra aquestes es poden trobar entre els 1000 i 1300°C (Serra, 1992, p. 73). Per tant és útil quan s'empra per motlles de peces que requeriran agafar temperatures per ser adaptades a la forma de l'objecte. El vidre n'és un exemple, ja per començar a deformar-se necessita temperatures de 600°C fins a 900°C si es vol fondre.

Sorres: Concretament la vermiculita¹ és molt útil a l'hora de generar cossos amb una certa consistència, degut a la seva comercialització en granulometria petita de 0'5mm (EcoHabitar, 2016). Aquesta característica permet la seva adaptació a volums irregulars i minúsculs. És un material econòmic que presenta un pH neutre i sense traces d'altres elements per tant compleix alguns dels requeriments necessaris per a la restauració.

Materials desemmotllants: Aquests permeten la utilització d'altres productes d'emmotllament que no seria possible si no s'interposessin certs aïllants. Podem trobar diversos com l'alcohol polivinílic o la vaselina. Però destacarem les làmines de Parafilm® M, són primes i flexibles amb la capacitat d'adaptar-se a les irregularitats i perfils de l'objecte. No deixen residus sobre la superfície on s'hi hagin col·locat de tal manera que són adequades per utilitzar tant com a desemmotllant perquè no s'adhereixi el producte de reintegració amb el motlle o com aïllant per evitar taques no desitjades en l'objecte.

A l'hora d'escollir quin material convindria, també s'ha de tenir en compte el preu, perquè segons el pressupost que es tingui s'escolliran uns mètodes o se n'adaptaran d'altres. Els materials descrits compleixen uns mínims dins els criteris de restauració, i per tant tots elles poden ser utilitzats sense cap preocupació sigui quin sigui el seu valor econòmic. En aquest cas, cap dels productes presenta un preu desorbitat a excepció de la silicona que el seu cost és lleugerament superior als altres, però també cal tenir en compte que mostra característiques úniques en comparació amb la resta. A continuació es pot observar el preu orientatiu dels materials:

Producte	Cost
Cera de dentista	18,2 €/Kg
Silicona	34,8 €/Kg
Plastilina grisa d'escultor	17,9 €/Kg
Fang refractari	0,66 €/Kg
Vermiculita	2,69 €/Kg
Prasfilm® M	0,80 €/m ²

Taula 1 – Comparació de preus dels materials per realitzar motlles.
 Font: © C. Zabala (2019)

¹ Vermiculita: És una substància mineral d'estructura laminar composta per silicats de ferro o magnesi de la família de la mica (Glosario Geología, 2012).

6.1.2. Materials de reintegració

Resina de polièster: És un dels productes més emprats al llarg del temps pel que fa a la reintegració, perquè ofereix un acabat transparent i brillant similar al vidre antic, però aquest material no va ésser creat amb aquesta finalitat. Presenta certs inconvenients, degut a que és una solució d'estiré preaccelerada a l'octalat de cobalt que necessita d'un catalitzador a base de peròxid de metiletilcetona, que el fa altament tòxic (Gil, 2012). Per aquest motiu la seva aplicació no acaba de ser del tot confortable, ja que requereix de mesures de protecció. També presenta canvis un cop aplicat, com per exemple una certa contracció que pot arribar al 8% (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007) fent difícil el càlcul just de resina que es necessitarà, i amb el pas del temps va cobrant un to groguenc que no s'adapta a les característiques de l'objecte.

Resina acrílica: El seu principal avantatge és que al ser a base de plàstics derivats del etilè amb un grup vinil, no resulta tòxica i per tant és fàcil de manipular. Es catalitza ràpidament i permet un polit fàcil, amb el qual es pot aconseguir una transparència molt acord amb la superfície del vidre. Generalment no se sol utilitzar en reintegració, perquè contrau en excés, i el seu procés de curat genera una reacció exotèrmica elevada fent difícil l'aplicació sobre motlles de cera. També presenta poca tolerància a canvis de temperatura i humitat alterant l'aspecte final a través de clivellats (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007).

Resina epoxídica: Quan es parla d'aquesta variant de la resina, normalment en restauració es fa referència a l'Araldite® 2020. Aquesta presenta un índex de refracció d'1,553 similar al del vidre i és per aquest motiu que resulta translúcida i incolora. Un dels motius pels quals es va començar a emprar a mitjans dels anys noranta és per la seva estabilitat, aquesta no comença a presentar canvis fins passats els 10 anys, encara que si posteriorment a la seva aplicació s'intenta modelar amb escalfor, corre el risc que s'esgrogueixi abans del previst. La seva catalització total és més llarga que en la resta de resines, aproximadament 48h (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007), fet que afavoreix a l'hora de crear un producte que no es contragui.

Làmines de plàstic: Dins d'aquest tipus de material es poden trobar quantitat de variants que depenen de la composició i que presenten propietats ben diverses entre si, tenint en compte que la seva fabricació està enfocada a un altre tipus de mercat que no és la restauració. El metacrilat es va utilitzar en certes ocasions durant els anys noranta, però l'aparició avui en dia de les resines a fet que es deixi d'utilitzar aquest producte. Actualment hi ha plàstics més moderns com ara el poliestirè, el PET, i el PETG entre d'altres; que al ser termoplàstics permeten el modelatge i per tant resulten adequats per adaptar-se a les formes que siguin necessàries per reintegrar una pèrdua. Tots ells són transparents i resisteixen a l'impacte. El poliestirè té un acabat de brillantor elevat, no és tòxic i a més permet ser tallat amb cúter, això fa que sigui relativament fàcil de tractar. L'altre opció és el PET (polietilè tereftalat), que presenta gran resistència als impactes ambientals i agents químics a més de ser 100% reciclable (Arteplástica, 2017; QN, 2016). Finalment es pot optar per l'altra variació que és el PETG, unes plaques de copolièster de polietilè tereftalat glicol. Té l'avantatge de no perdre les propietats de duresa i transparència amb el modelat amb calor, fàcilment executable, acostuma a transformar-se en arribar als 120°C (Arteplástica, 2017). Tots ells es comercialitzen en làmines de diferents gruixos partint de 1'5mm i amb una gama de colors molt limitada, inconvenient a l'hora d'utilitzar-los com a producte de reintegració per vidres de color.

Vidre: Com s'ha explicat anteriorment, el vidre està compost per silicats, àlcalis i calci que formen una massa amb un aspecte brillant i transparent. En restauració s'ha utilitzat puntualment en objectes les pèrdues dels quals representen un gran percentatge, en aquests casos s'utilitza el vidre bufat (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007). Aquest material té una gran resistència a la temperatura, fins passats els 500 °C no comença a ser modelable, fet que el fa difícil de tractar si no es disposa d'infraestructures com ara forns que arribin a tan elevades temperatures. Elaborar el vidre des de zero és un fet que ja no es contempla des del punt de vista del restaurador, així que es parteix molts cops de planxes prèviament elaborades o fragments triturats que molts cops no compleixen les característiques específiques de color o grossor que necessita la peça.

Tots els productes esmentats acaben tenint un preu relativament baix a excepció de la resina epoxídica Araldite® 2020 que el seu cost és força més elevat degut a les seves propietats úniques anteriorment descrites. Tot seguit un esquema amb el preu orientatiu de cada un dels materials de reintegració:

Producte	Cost
Resina de polièster	17,5 €/Kg
Resina acrílica	9,14 €/Kg
Araldite® 2020	192 €/Kg
Poliestirè	35,27 €/m ²
PET	51,31 €/m ²
PETG	56,12 €/m ²
Vidre transparent	38,89 €/m ²

Taula 2 – Comparació de preus dels materials per realitzar la reintegració.

Font: © C. Zabala (2019)

6.1.3. Materials de coloració

Pigments: Són una opció molt recurrent a l'hora de tenyir resines. S'han utilitzat al llarg dels anys però presenten un inconvenient: quan es tracta de pigments amb una granulometria més aviat elevada, perjudiquen la transparència, fent que una resina pugui acabar adoptant certa opacitat. Com ja s'ha comentat anteriorment, aquest fet també pot afectar el resultat final quan es combina amb l'Araldite® 2020, degut a la fluïdesa d'aquest producte, algunes partícules sobretot de pigments orgànics poden anar precipitant a la base de la reintegració. Per evitar aquest problema, s'opta per la utilització de pigments microlítics (Berengué, Schönherr, & Dorca, 2007), que s'empren de la mateixa manera però tenen un gran inconvenient que és el seu preu, sent en ocasions tres vegades més car que alguns pigments simples. L'inconvenient de tots ells és que, a l'hora d'afegir-los dins la barreja, no es controla suficientment la tonalitat i la transparència que pot acabar agafant, per tant és adient realitzar proves i un cop trobada la proporció, reservar-se la part de resina prèviament barrejada amb el pigment sense haver afegit encara el catalitzador.

Pintura acrílica: No s'acostuma a utilitzar en reintegració cromàtica ja que la seva aplicació és superficial un cop catalitzada la resina. Però aquí està l'avantatge, perquè permet rectificar el color sempre que sigui necessari sent de fàcil reversibilitat en aigua. Al tractar-se de pintura a l'aigua, difícilment s'agafa a una superfície llisa com seria la del vidre, plàstic o resines en aquest cas; és per aquest motiu que la seva utilització en aquest tipus de restauració sempre anirà lligada a la utilització d'un mitjà que permetrà la correcta aplicació. Un inconvenient és que certes pintures, poden acabar reaccionant a causa dels gasos que emeten les resines i com a conseqüència variar el color. També és possible, de la mateixa manera que pot passar amb els pigments en pols; que segons el color que s'esculli, perdi transparència, cosa per la qual es recomanen les pintures *Aquacryl* de Lascaux® o la gamma *d'airbrush colors* de marca Golden® que ofereixen unes característiques de transparència molt similars a les del vidre.

Aquesta fase pot ser la que suposi un cost més elevat, perquè alguns dels pigments són de difícil obtenció i producció, fet que fa encarir el preu final. Aquí una pauta sobre el preu orientatiu d'alguns dels productes que es poden emprar en les diverses tècniques per acolorir una reintegració en vidre.

Producte	Cost
Pigment en pols	62,22 - 200,33 €/Kg (en funció del color)
Pigments microlítics	394,44 - 527,78 €/Kg (en funció del color)
Lascaux Aquacryl™	305,89 €/l
Mèdiu: Golden® <i>Restoration Glaze (Gloss)</i>	144,07 €/l

Taula 3 – Comparació de preus dels materials per realitzar la coloració.

Font: © C. Zabala (2019)

6.2. Reintegracions en recipients

Abans d'iniciar els diversos mètodes serà bo que es faci un repàs dels criteris de restauració vigents avui en dia. Alguns d'aquest han variat respecte dels que es tenien anteriorment, i per tant és possible que les tècniques que es van utilitzar en el seu moment s'hagin d'adaptar.

Per tal d'evitar que l'objecte pateixi un risc innecessari s'intenta actuar el mínim possible sobre aquest. Només es sotmetrà a restauració si és estrictament imprescindible per la correcta conservació de la peça. La **mínima intervenció**, per tant, és el primer punt a tenir en compte.

Tot afegit que proporcioni informació històrica sobre l'època o el mateix procés d'elaboració del material, es mantindrà. Si es vol eliminar, s'haurà de documentar al detall per tal que quedi constància de la seva existència i poder fer-ne estudis encara que ja no hi sigui. És per això que el segon punt essencial és **tenir el màxim respecte a la integritat de l'objecte**.

El **coneixement de totes les causes de degradació**, tal com s'ha dit anteriorment, és un punt primordial per tot restaurador. Saber l'existència de les alteracions permetrà actuar de manera correcta, fent que en ocasions s'anticipin tractaments molt menys agressius per evitar la aparició de degradacions posteriors (CRBMC, 2017).

No s'ha de crear un fals històric per intentar conservar el missatge estètic de la peça. L'objectiu es pot aconseguir mitjançant tècniques de reintegració que siguin visibles, com per exemple aplicar el color de manera diferent a l'original com ara el *tratteggio*, o bé obtenint un to més clar o neutre que no destaquï excessivament per sobre la resta. Mantenir la **llegibilitat** és important tant si se li dona una finalitat didàctica i d'estudi com si es pretén exposar per la simple visualització, d'aquests dependran el tipus de reintegració que s'hi vulgui practicar.

A l'hora d'escollir un material també s'haurà de tenir en compte la **reversibilitat** que pugui aportar i l'estabilitat al pas del temps i a les condicions atmosfèriques (Pugès, 2013). Abans d'utilitzar un producte cal saber-ne la seva composició i com aquest actua amb la resta d'elements amb els quals es posa en contacte. Així que només s'utilitzarà el material que presenti **compatibilitat** amb la peça original, i que no generin degradacions sobre aquesta; a més d'assegurar un bon acabat al llarg dels anys (CRBMC, 2017). Només tenint en compte tots aquests punts es podrà elaborar una correcta proposta d'intervenció sota criteri de conservador-restaurador.

Per tal de començar a executar les diferents proves de reintegració de material vitri, s'ha creat un pla (Taula 4, 5, 6 i 7) on s'especifica pas a pas com s'han de dur a terme els diferents mètodes i els materials que són necessaris per realitzar les diferents fases (motlle, reintegració i coloració). Per fer-ho el més similar possible a una intervenció d'un original, es disposa de tres recipients de vidre de fabricació moderna en els quals es realitzaran les diferents proves. Cadascun d'ells ha estat fragmentat i tornat a consolidar deixant diferents pèrdues, de manera que aquestes s'adaptin als diferents mètodes de reintegració que es duran a terme. Els recipients s'organitzen de la següent manera:

Recipient 1 (quatre pèrdues): s'utilitzarà per realitzar el mètode 1

Model de motlle	1: <i>In situ</i> amb membrana de silicona (idoni per recipients tancats amb boca petita)				Nº de proves
Materials pels motlles	Silicona per motlles				x1
	Vermiculita				
	Plastilina d'escultor				
	Etanol				
Model de reintegració	Resina epoxídica		Resina polièster		
Materials per la reintegració	Araldite® 2020		Tritone-Sintolit®		x2 de cada model
	*		*		
Model de coloració	Superficial	Interior*	Superficial	Interior*	
Materials per la coloració	Lascaux Aquacryl™	Pigments Sennelier®	Lascaux Aquacryl™	Pigments Sennelier®	X1 de cada model
	Esmalt de restauració	Etanol	Esmalt de restauració	Etanol	

*El procés de coloració "interior" s'haurà de fer durant la reintegració volumètrica, tenyint la resina amb pigments.

Taula 4 – Pla per realitzar els assajos experimentals del mètode 1.

Font: © C. Zabala (2019)



Figura 11 – Recipient 1 abans de la intervenció.

Font: © C. Zabala (2019)
11_M1_general_AT.jpg

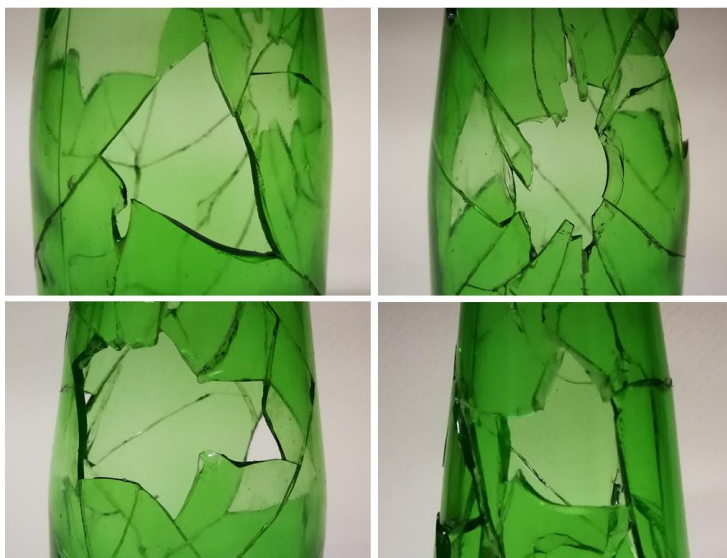


Figura 12 – Detall de les pèrdues del recipient 1 abans de la intervenció.

Font: © C. Zabala (2019)
12_M1_detall_AT.jpg

Recipient 2 (dues pèrdues): s'utilitzarà per realitzar el mètode 2

Model de motlle	2: <i>In situ</i> amb motlle de cera de doble cara (amb canyes flexibles i sense)		Nº de proves
Materials pels motlles	Làmines de cera dental		X2
	Canyes flexibles transparents		
	Plastilina d'escultor		
Model de reintegració	Resina epoxídica	Resina polièster	
Materials per la reintegració	Araldite® 2020	Tritone-Sintolit®	X1 de cada model
	*	*	
Model de coloració	Superficial	Interior*	
Materials per la coloració	Lascaux Aquacryl™	Pigments Sennelier®	X1 de cada model
	Esmalt de restauració	Etanol	

*El procés de coloració "interior" s'haurà de fer durant la reintegració volumètrica, tenyint la resina amb pigments.

Taula 5 – Pla per realitzar els assajos experimentals del mètode 2.

Font: © C. Zabala (2019)



Figura 13 – Recipient 2 abans de la intervenció.

Font: © C. Zabala (2019)

13_M2_general_AT.jpg



Figura 14 – Detall de les pèrdues del recipient 2 abans de la intervenció.

Font: © C. Zabala (2019)

14_M2_detall_AT.jpg

Recipient 3 (dues pèrdues): s'utilitzarà per realitzar els mètodes 3 i 4

Model de motlle	3: Motlle exterior amb motlle de doble cara de silicona				Nº de proves
Materials pels motlles	Escaiola				x1
	Làmines de cera dental				
	Làmina de laboratori Parafilm® M				
	Plastilina escultor				
	Palets de bambú				
	Silicona per motlles				
	Pipetes de plàstic				
	Vaselina				
Model de reintegració	Resina epoxídica		Resina polièster		
Materials per la reintegració	Araldite® 2020		Tritone-Sintolit®		x2 de cada model
	*		*		
Model de coloració	Superficial	Interior*	Superficial	Interior*	
Materials per la coloració	Lascaux Aquacryl™	Pigments Sennelier®	Lascaux Aquacryl™	Pigments Sennelier®	X1 de cada model
	Esmalt de restauració	Etanol	Esmalt de restauració	Etanol	

*El procés de coloració "interior" s'haurà de fer durant la reintegració volumètrica, tenint la resina amb pigments.

Taula 6 – Pla per realitzar els assajos experimentals del mètode 3.

Font: © C. Zabala (2019)

Model de motlle	4: Motlle exterior amb fang (per plàstics i vidre)				No de proves
Materials pels motlles	Escaiola				X1
	Làmines de cera dental				
	Làmina de laboratori Parafilm® M				
	Plastilina d'escultor				
	Fang refractari				
Model de reintegració	Plàstic 1	Plàstic 2	Plàstic 3	Vidre	
Materials per la reintegració	Làmina de poliestirè	Làmina de PET	Làmina de PETG	Lamina de vidre transparent	X1 de cada model
Model de coloració	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	
Materials per la coloració	Lascaux Aquacryl™	Lascaux Aquacryl™	Lascaux Aquacryl™	Lascaux Aquacryl™	X1 de cada model
	Esmalt de restauració	Esmalt de restauració	Esmalt de restauració	Esmalt de restauració	

Taula 7 – Pla per realitzar els assajos experimentals del mètode 4.

Font: © C. Zabala (2019)



Figura 15 – Recipient 3 abans de la intervenció.

Font: © C. Zabala (2019)

15_M3i4_general_AT.jpg



Figura 16 – Detall de les pèrdues del recipient 3

abans de la intervenció.

Font: © C. Zabala (2019)

16_M3i4_detall_AT.jpg

6.2.1. Reintegració amb resines *in situ* i motlle de membrana de silicona

Per començar a dur a terme aquest primer mètode, s'ha de partir d'un recipient de vidre on prèviament s'han consolidat tot el conjunt de peces (habitualment consolidat amb un adhesiu difícilment reversible). Està pensat per fer reintegracions en objectes on és pràcticament inaccessible la manipulació des de l'interior.

En primer lloc es fan unes planxes llises de plastilina grisa d'escultor del mateix gruix que el de la zona a reintegrar. Seguidament s'agafa paper vegetal i es col·loca sobre la pèrdua de tal manera que es pugui fer el calc detalladament de cada una d'elles, per tot seguit passar aquesta figura sobre la superfície de la plastilina amb l'ajuda d'un palet de bambú. Un cop es té la marca, ja es pot retallar la peça excedint uns dos mil·límetres, s'ha d'ajustar a la perfecció sense deixar cap espai buit (Fig. 17, 18 i 19). També s'ha de tenir en compte que la cara interior de les peces de plastilina ha de ser totalment llisa, si queda alguna imperfecció en aquest moment, es veurà reflectit en la reintegració posterior de resina i serà irreversible. Quan ja es tenen les quatre pèrdues amb la seva corresponent reintegració de plastilina, s'acaben de tapar la resta de petits forats i esquerdes a manera de tap, per tal que la silicona que s'aplicarà a continuació no vessi per cap orifici.



Figura 17 – Peces de plastilina dins les pèrdues.

Font: © C. Zabala (2019)

17_M1_GA_DT_plastilina1.jpg



Figura 18 – Peces de plastilina dins les pèrdues.

Font: © C. Zabala (2019)

18_M1_GR_DT_plastilina2.jpg



Figura 19 – Detall de la peça de plastilina dins les pèrdues.

Font: © C. Zabala (2019)

19_M1_DT_detall_plastilina.jpg

Tot seguit es prepara una barreja líquida de silicona amb el seu corresponent catalitzador. S'aboca una quantitat considerable (en aquest cas uns 120g de barreja) dins del recipient (Fig. 20), fent rotar l'objecte en totes direccions de tal manera que la silicona cobreixi per complet totes les parets sense cap bombolla. Quan ja es té una capa ben adherida, es pot procedir a buidar-lo de la silicona restant. S'ha d'anar fent el moviment constantment perquè no es dipositi la barreja a la base, si es deixa en posició vertical quan encara no ha catalitzat, la silicona s'aniria relliscant de les parets fins a dipositar-se de nou a la base. L'objectiu és aconseguir una membrana uniforme d'uns tres mil·límetres; que estigui ben adherida a l'interior del recipient (Fig. 21) i a la vegada, sigui el suficientment flexible com per retirar-la d'una sola peça per l'obertura del coll.



Figura 20 – Introduint la silicona dins el recipient per fer la membrana.

Font: © C. Zabala (2019)

20_M1_DT_introduint_silicona.jpg



Figura 21 – Silicona i vermiculita dins el recipient.

Font: © C. Zabala (2019)

21_M1_GA_DT_silicona_vermiculita.jpg



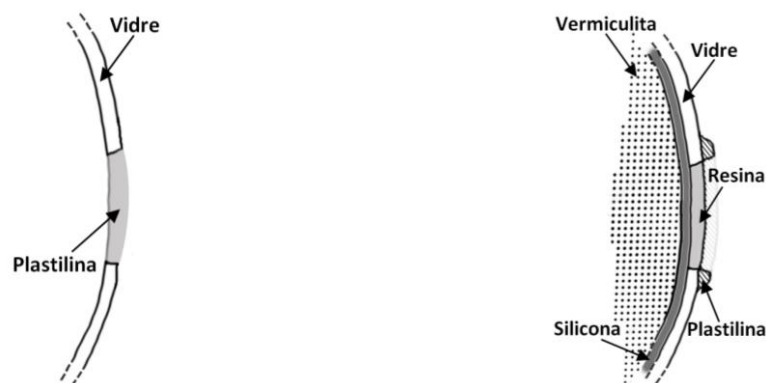
Figura 22 – Motlle del mètode 1 realitzat.

Font: © C. Zabala (2019)

22_M1_GA_DT_fmotlle.jpg

A continuació, quan la silicona de l'interior està totalment catalitzada, s'omple completament el recipient amb vermiculita, és una sorra d'una granulometria molt petita, que genera una força des de l'interior cap a les parets de l'objecte, i d'aquesta manera s'assegura que la silicona introduïda anteriorment no es desprengui durant el procés de reintegració. Més endavant, per tal de poder manipular el recipient sense perill a perdre la sorra, es col·loca una làmina de Parafilm® M a l'obertura ben agafada. Un cop llest, ja es pot procedir a retirar la plastilina que s'havia posat a l'interior de les pèrdues, tenint en compte de no malmetre la superfície de silicona que té darrere. És convenient utilitzar eines que no siguin de tall, sinó eines de buidatge i finalment es pot acabar de netejar amb un hisop impregnat en alcohol. Aquest també farà la funció de desengreixant tant de la silicona com de les parets de la pèrdua.

L'últim pas per realitzar el motlle consisteix en generar unes barreres al voltant de cada forat amb petits trossos de plastilina grisa d'escultor (Fig. 22), es va rodejant fins tancar la figura, i aquesta ha d'agafar una alçada suficient com per generar una superfície totalment plana.



Gràfic 5 – Esquema de la secció d'un recipient de vidre durant la seva reintegració volumètrica mitjançant el mètode 1. (Esquerra: Plastilina dins la pèrdua; Dreta: Resina introduïda dins la pèrdua)

Font: © C. Zabala (2019)

5_grafic_M1.jpg

Arribats a aquest punt, ja es pot procedir a la reintegració. Per fer-ho, s'han escollit quatre combinacions diferents per tal de veure la varietat de resultats que es poden aconseguir. S'han escollit dues varietats de resina: resina de polièster (Tritone Extra Transparente Líquido-Sintolit®) i resina epoxídica (Araldite® 2020), de les que es partirà per fer una elaboració pigmentada i una altra sense. De tal manera que s'aconseguiran quatre preparacions que aportaran resultats diversos, repartits de la següent manera:

- a. Resina epoxídica transparent (Preparació 1)
- b. Resina epoxídica acolorida amb pigments (Preparació 2)
- c. Resina de polièster transparent (Preparació 3)
- d. Resina de polièster acolorida amb pigment (Preparació 4)

Per tal de començar amb la primera preparació, es fa la barreja d'Araldite 2020A més Araldite 2020B a una proporció de 100:30. En la preparació 1 només cal fer correctament aquesta mescla i abocar-la a poc a poc en la pèrdua del recipient que li correspon. Pel que respecta a la preparació 2, primer de tot s'haurà d'haver preparat una barreja dels pigments en pols desitjats i prèviament pastats amb alcohol, que s'adapti a la tonalitat de l'objecte. Un cop es té aquesta pasta, es pot procedir a abocar-la en petites quantitats dins del recipient on s'està posant la part A de la resina, i lentament anar barrejant i afegint més color fins que s'adeqüi tant a la transparència com al to i quedi totalment homogeni. Quan s'ha aconseguit, ja es pot barrejar amb la proporció corresponent del catalitzador i tot seguit abocar-ho en la pèrdua que li pertoca.

A l'hora de realitzar la preparació 3 i 4 s'ha de partir del mateix plantejament, únicament canviant el tipus de resina, que en aquest cas es tractaria de polièster. La proporció emprada consisteix en aplicar per cada una cullerada petita de resina una gota de catalitzador, i fer la mescla amb suavitat per tal que no es generin bombolles d'aire. A l'hora de fer la coloració, s'aprofita la mateixa pasta pigmentària que en l'anterior cas, i es barreja igualment amb la part de resina on encara no se li ha aplicat el catalitzador. Cada combinació de resina s'ha abocat en la seva corresponent pèrdua i s'ha deixat assecar durant un mínim de 24 hores, arribant a 48 hores en les barreges epoxídiques (Fig. 23, 24 i 25). Cal destacar que de cada tipus de preparació s'ha reservat una petita quantitat, que seguidament ha estat abocada dins d'un petit motlle de silicona, i que posteriorment servirà per proves de resistència explicades en l'apartat 6.3.



Figura 23 – Preparació 1 i 4 aplicada.
Font: © C. Zabala (2019)
23_M1_GA_DT_resina1i4_motlle.jpg



Figura 24 – Preparació 2 aplicada.
Font: © C. Zabala (2019)
24_M1_GL_DT_resina2_motlle.jpg



Figura 25 – Preparació 3 aplicada.
Font: © C. Zabala (2019)
25_M1_GR_DT_resina3_motlle.jpg

Finalment, quan la resina ja està totalment seca, es pot procedir a retirar les restes de plastilina que s'havien posat a les vores de les pèrdues i netejar l'accés de greix que deixa en la superfície amb l'ajuda d'un hisop impregnat amb alcohol (Fig. 26). Tot seguit es buida l'interior del recipient de la vermiculita que s'havia abocat anteriorment i un cop fet es passa a extreure la capa de silicona. Aquest últim pas és essencial dur-lo a terme amb molta cura, ja que la membrana es podia partir i aleshores resultaria difícil el fet de treure-la completament de l'interior. És per aquest motiu que primer de tot, amb l'ajuda d'eines que no siguin de tall, com ara espàtules i pinces, es va separant la membrana que està enganxada a la superfície de vidre (Fig. 27). Un cop està desadherida, ja es pot començar a estirar amb suavitat des del cap del recipient, fent que surti la silicona d'una sola peça per aquesta obertura (Fig. 28).



Figura 26 – Detall resines un cop retirada la plastilina (a dalt: preparació 1; a baix: preparació 3)
Font: © C. Zabala (2019)
26_M1_DT_detall_resines1i3.jpg

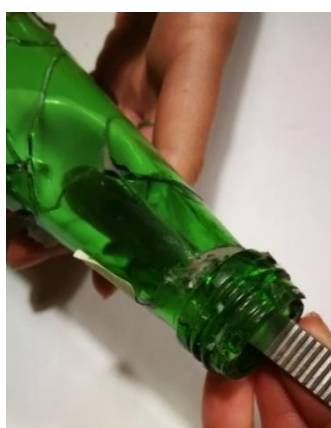


Figura 27 – Separant la silicona de les parets del recipient.
Font: © C. Zabala (2019)
27_M1_DT_retirant_silicona1.jpg



Figura 28 – Separant la silicona de les parets del recipient.
Font: © C. Zabala (2019)
28_M1_DT_retirant_silicona2.jpg

En aquest tipus de mètode, s'ha de tenir en compte que la superfície de resina queda irregular, i que per tant és necessari rebaixar, anivellar i polir aquesta part superior amb l'ajuda de papers de vidre des dels més gruixuts fins als més prims, així es pot aconseguir allisar correctament, i per acabar es passa una capa d'encerat aplicada amb un capçal de cotó per poder tancar els porus oberts i generar una superfície el més transparent possible similar a la de vidre (Fig. 29 i 30).



Figura 29 – Resines rebaixades.
Font: © C. Zabala (2019)
29_M1_GR_DT_resina3_rebaixada.jpg



Figura 30 – Detall de les resines rebaixades.
Font: © C. Zabala (2019)
30_M1_DT_mosaic_detall_resines_rebaixada.jpg

Finalment es realitza la reintegració pictòrica de les dues reintegracions que no s'han pigmentat anteriorment (preparació 1 i preparació 3). En aquest cas s'han escollit la gamma de pintures Lascaux Aquacryl™ ja que tenen unes característiques de transparència molt similar a la del vidre, però al ser una pintura a l'aigua se l'hi ha d'afegir un additiu per tal que s'adhereixi a la superfície llisa. Primer de tot es fa la barreja adient amb els colors i quan ja es té s'afegeix una petita porció d'esmalt de restauració de porcellana brillant, però no es pot afegir en accés, començaria a perdre transparència. La pintura s'aplica a pinzell (Fig. 31) sobre la superfície exterior, un cop seca, ja es pot donar per acabada la reintegració (Fig. 32 i 33).



Figura 31 – Aplicant la pintura.
Font: © C. Zabala (2019)
31_M1_DT_aplicant_pintura.jpg



Figura 32 – Detall resina epoxídica amb
pintura acrílica.
Font: © C. Zabala (2019)
32_M1_FT_detall_epoxi_pintura.jpg



Figura 33 – Detall resina de polièster amb
pintura acrílica.
Font: © C. Zabala (2019)
33_M1_FT_detall_poliester_pintura.jpg



Figura 34 – Recipient 1 resultat final,
preparació 1 i 4.
Font: © C. Zabala (2019)
34_M1_GA_FT.jpg



Figura 35 – Recipient 1 resultat final,
preparació 2.
Font: © C. Zabala (2019)
35_M1_GL_FT.jpg



Figura 36 – Recipient 1 resultat final.,
preparació 3.
Font: © C. Zabala (2019)
36_M1_GR_FT.jpg

6.2.2. Reintegració amb resines *in situ* i motlle de doble cara de cera

En aquest segon mètode s'ha de destacar que ja no és del tot efectiu per a recipients que han estat prèviament consolidats. Això és degut al fet que es fa necessari separar l'objecte en dues parts, com a mínim, per tal de poder treballar correctament des de l'interior, fet que en alguns casos és difícil d'aconseguir perquè es va realitzar l'adhesió amb productes difícilment reversibles, que impliquen l'aplicació de dissolvents altament tòxics. Si s'aconseguís separar les parts adherides amb dissolvents, per exemple amb acetona, ja es podria procedir a la realització dels motlles per a la posterior reintegració.

Primer de tot es fa la part interior del motlle, amb una làmina de cera de dentista. Per fer-ho, s'escalfa una i s'adapta a la curvatura del recipient a la mateixa alçada on hi ha la pèrdua. Tot seguit es retalla amb la forma aproximada però excedint uns cinc mil·límetres. Per tractar d'adherir el millor possible aquesta làmina a l'interior de l'objecte, es pot optar per fondre-la amb l'ajut d'una espàtula calenta, malgrat tot, l'espai disponible era massa reduït com per introduir-ne una d'aquestes característiques. L'alternativa és la plastilina grisa d'escultor, cobrint tot el voltant sense deixar un espai buit però tenint en compte que aquest material és molt greixós i pot deixar la superfície del vidre tacada. Com en aquest recipient només s'han deixat dues pèrdues, s'ha optat, precisament, per utilitzar aquesta plastilina com a adhesiu de la cera per a la part interior. A la part exterior del motlle introduïrem una variant.

Per realitzar la part exterior del motlle es parteix d'una làmina de cera adaptada a la curvatura de la zona, però aquest cop s'hauran de fer dos forats d'uns quatre mil·límetres de diàmetre tant a la part inferior com superior, que permetran introduir la resina per un d'ells, mentre l'aire surt per l'altre. D'aquesta manera s'impedeix que quedin bombolles d'aire dins de reintegració. Una de les làmines s'adherirà a la superfície amb ajut d'una espàtula calenta, i ja estarà llest per ser reintegrat (Fig. 37). La segona pèrdua es farà seguint el mètode proposat per Laia Fernández en el seu article de Productes i tècniques per la reconstrucció de vidre arqueològic, on s'elabora un mecanisme a partir de canyes flexibles. Consisteix en acoblar una canya a cada forat amb l'ajut de la plastilina d'escultor, això permet que la reintegració es pugui dur a terme amb l'objecte en la seva posició natural (Fig. 38). Tot aquest conjunt també es pot adherir a la superfície del vidre amb espàtula calenta, però en aquest cas s'ha optat per fer-ho amb la mateixa plastilina, d'aquesta manera es podria valorar la varietat de possibilitats.



Figura 37 – Motlle de cera de doble cara.
 Font: © C. Zabala (2019)
 37_M2_DT_detall_Fmotlle_cera.jpg



Figura 38 – Aplicació de resina al motlle de cera de doble cara amb canyes.
 Font: © C. Zabala (2019)
 38_M2_DT_aplicacio_prep1.jpg



Figura 39 – Aplicació de resina al motlle de cera de doble cara.
 Font: © C. Zabala (2019)
 39_M2_DT_aplicacio_prep2.jpg

Arribats a aquest punt, es pot procedir a elaborar les reintegracions amb les resines seleccionades. S'han escollit únicament dues possibles combinacions per omplir les pèrdues, una d'elles amb resina epoxídica (Araldite® 2020) i l'altra amb resina de polièster. Acolorint-se només amb pigment la de Tritone Extra Transparente Líquido-Sintolit®. Es distribueixen de la següent manera:

- a. Resina epoxídica transparent (Preparació 1)
- b. Resina de polièster acolorida (Preparació 2)

Per executar la preparació 1 es fa la mateixa quantitat de resina epoxídica que en el mètode anterior en la proporció indicada de 100:30. Un cop la barreja està feta, s'ha d'abocar dins la pèrdua a través de la canya flexible que va a parar a la part inferior. A poc a poc es deixen caure gotes fins veure que el líquid comença a sortir per la canya de la part superior, això indica que la pèrdua ja està reintegrada i assegura que no hagin quedat bombolles a l'interior. A l'hora de fer la preparació 2 també es segueixen els mateixos passos que en la reintegració de polièster acolorida de l'apartat anterior. El que varia és el fet d'introduir la resina dins el motlle, ja que primer de tot és necessari col·locar el recipient en posició horitzontal fent que els dos forats de la làmina de cera mirin cap amunt, i a través d'un d'aquests orificis s'aboca la barreja lentament (Fig. 39). Un cop s'observa que pel segon forat comença a sortir la resina de polièster, ja es pot deixar de tirar, però quan aquesta s'ha assentat s'haurà d'afegir una mica més perquè sinó és molt possible que quedi una reintegració a baix nivell. Passades 24h en la resina de polièster i 48h en l'epoxídica, es procedeix a retirar totes les parts del motlle, la resina i la cera, amb espàtules i amb l'ajuda d'un bisturí calent per tallar el sobrant de resina que s'hagi pogut quedar dins les canyes. La superfície es neteja amb un hisop impregnat en alcohol per tal d'eliminar les restes de greix que hagi pogut deixar la plastilina (Fig. 40 i 41).



Figura 40 – Detall reintegració amb resina epoxídica.
Font: © C. Zabala (2019)
40_M2_DT_detall_epoxi.jpg



Figura 41 – Detall reintegració amb resina de polièster acolorida amb pigments.
Font: © C. Zabala (2019)
41_M2_FT_detall_poliester_pintura.jpg

Quan les pèrdues ja estan reintegrades i amb un acabat de superfície adaptat al de l'objecte, ja es procedeix a l'acoloriment de la part feta amb Araldite® 2020 d'igual manera que en el mètode anterior (Fig. 42), tenint en compte que en aquesta tècnica es pot accedir fàcilment a l'interior i per tant la pintura pot ser aplicada tant pel revers com per l'anvers de la reintegració. En aquest cas s'ha escollit fer-ho únicament per l'interior podent-se observar, així, la diferència entre aquest acabat i el que s'ha fet en el punt anterior.



Figura 42 – Detall reintegració amb resina epoxídica amb pintura acrílica.
Font: © C. Zabala (2019)
42_M2_FT_detall_epoxi_pintura.jpg



Figura 43 – Recipient 2 resultat final, preparació 1.
Font: © C. Zabala (2019)
43_M2_GA_FT.jpg



Figura 44 – Recipient 2 resultat final, preparació 2.
Font: © C. Zabala (2019)
44_M2_GR_FT.jpg

6.2.3. Reintegració exterior amb resines i motlle de doble cara de silicona

Aquest tercer mètode de reintegració presenta una lleugera complexitat, ja que el fet que el motlle sigui exterior obliga a augmentar el nombre de passos a seguir. Per començar cal extreure una mostra d'escaiola de la zona amb pèrdua el més fidel possible a la forma que hauria de tenir la reintegració. Abans de res, s'han de recobrir els perfils de la pèrdua amb el Parafilm® M, ben adaptat a totes i cadascuna de les rugositats que hi pugui haver per tal de facilitar el desemmotllament posterior. Tot seguit s'agafa una làmina de cera dental, s'ajusta a la curvatura de l'objecte fent servir escalfor i s'adhereix a la part interior del recipient amb petits trossos de plastilina d'escultor (Fig. 45). A continuació es fa una barreja amb aigua i escaiola fins obtenir una consistència similar a la del iogurt, no ha de ser líquida. Aquesta pasta s'introdueix en l'espai que ha deixat la pèrdua fent-la arribar a tots els racons amb l'ajut d'una espàtula. S'ha de tenir en compte de deixar més volum d'escaiola, ja que en assecar-se es contrau i sempre es podrà corregir si hi ha accés.

Seguidament, quan l'escaiola ja està totalment seca, s'anivella i es poleix amb paper de vidre i bisturí (Fig. 46). Un cop ha agafat la forma i textura desitjada, s'extreu d'una sola peça amb l'ajut d'unes espàtules petites i estirant amb una força lateral del Parafilm® M que s'havia interposat anteriorment (Gràfic 6). Com que d'aquesta manera s'acabava generant una força que podia acabar partint la mostra, s'ha optat per retirar la cera de dentista de l'interior i així poder exercir una força uniforme des de la part posterior que finalment ha permès extreure la peça d'escaiola sense cap problema. S'ha acabat d'allisar la superfície d'anvers i revers amb un paper de vidre del 2.500 per tal d'aconseguir uns millors resultats (Fig. 47).



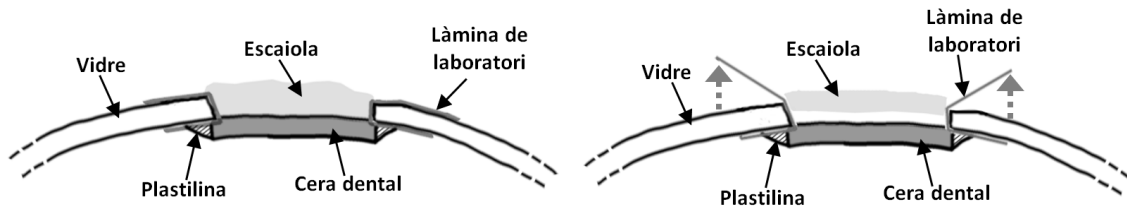
Figura 45 – Detall del motlle amb Parafilm® M i làmina de cera.
Font: © C. Zabala (2019)
45_M3_DT_detall_motlle_cera.jpg



Figura 46 – Motlle un cop aplicada l'escaiola.
Font: © C. Zabala (2019)
46_M3_DTI_motlle_escaiola.jpg



Figura 47 – Peça d'escaiola.
Font: © C. Zabala (2019)
47_M3_DT_peça_escaiola.jpg



Gràfic 6 – Esquema de la secció d'un recipient de vidre durant la seva reintegració volumètrica mitjançant el mètode 3 i manera de retirar la peça d'escaiola.

Font: © C. Zabala (2019)

6_M3_grafic_motlle_escaiola.jpg

Arribats a aquest punt, es procedeix a l'elaboració del motlle de silicona que servirà per fer les peces de resina. Per realitzar-ho, primer de tot s'ha de fer una base quadrada amb la plastilina d'escultor que sigui d'un ample uns dos centímetres per banda superiors als de la peça. Després es fa una lleugera pressió per garantir un ajust precís amb la base, i si és necessari s'hi posen reforços de plastilina tant a l'interior com als voltants de l'escaiola per tal que no quedi aire entremig.

Un cop es té la peça ben assegurada, es posen dos palets de bambú en un dels laterals tocant a la peça i sortint cap a l'exterior, pressionant perquè quedin enfonsats a la meitat en la base. Aquests serviran per crear uns canals que posteriorment permetran introduir la resina a l'interior del motlle. Tot seguit es pugen unes parets de plastilina d'una alçada aproximada de dos centímetres amb els forats corresponents en el lateral on s'hi troben els pals, i també es fan quatre marques lleugerament enfonsades que serviran per encaixar correctament les dues parts del motlle.

Ara ja es pot abocar la silicona líquida a l'interior del recipient que s'ha fet amb la plastilina, es van eliminant les bombolles d'aire amb ajuda d'una agulla, i es deixa solidificar totalment durant 24 h. Un cop està seca, es posa el motlle cap per avall i es va retirant totalment la plastilina que feia de base fins arribar a la peça d'escaiola, tenint en compte de no malmetre-la. Es netegen les restes de plastilina que han quedat a la silicona amb hisops impregnats en alcohol i s'hi aplica una fina capa de vaselina per sobre d'aquesta la qual assegurarà que les dues parts del motlle es separin, i que per tant no quedin adherides.

Tot seguit es pugen unes altres parets de plastilina a sobre de les que encara no s'han retirat amb una alçada similar a la que s'ha fet anteriorment. El motlle ja està llest per posar-hi la nova barreja de silicona líquida i deixar-la catalitzar. Un cop sec es procedeix a retirar les parets de plastilina, separar les dues parts del motlle i retirar els palets de bambú i la peça d'escaiola (Fig. 48).

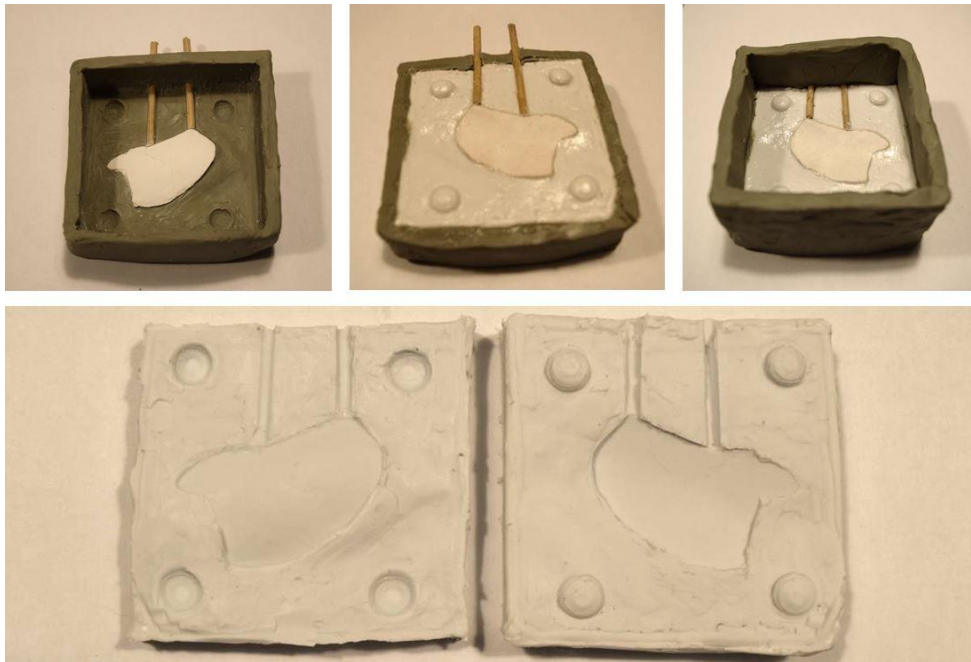
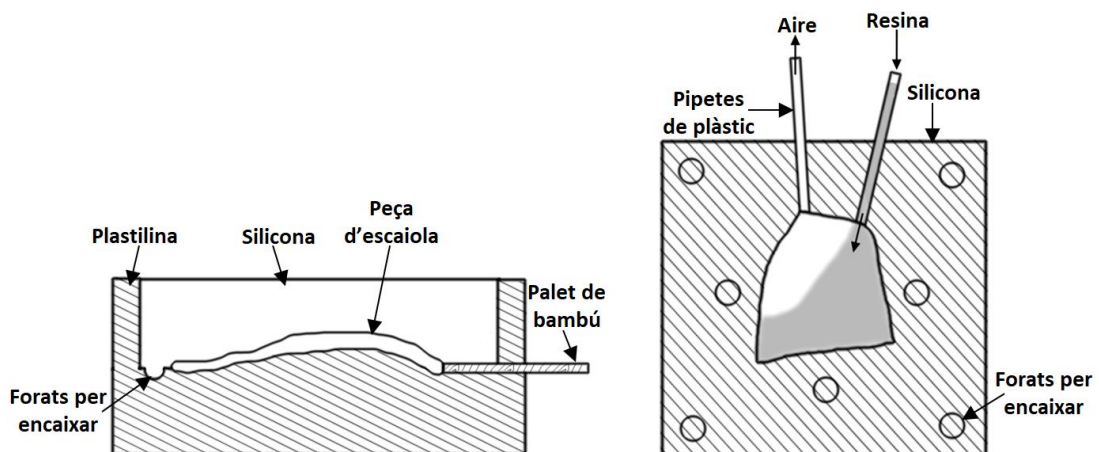


Figura 48 – Passos a seguir per realitzar el motlle exterior de silicona a partir de la mostra d'escaiola.

Font: © C. Zabala (2019)

48_M3_DT_mosaic_pasos_motlle_silicona.jpg

Més tard, un cop comprovat que les parts del motlle encaixen perfectament, es situen en posició vertical i assegurats amb unes gomes elàstiques per evitar que es separin (Fig. 50). S'introdueixen dues pipetes de plàstic tallades per la part superior dins els orificis que penetren dins la silicona (Fig. 49), de tal manera que funcionin com un embut i a la vegada serveixin d'indicador per saber si s'ha omplert completament el motlle.



Gràfic 7 – Esquema de la secció del motlle de silicona utilitzat en el mètode 3. (Esquerra: abocant la silicona. Dreta: abocant la resina.)

Font: © C. Zabala (2019)

7_M3_grafic_motlle_silicona.jpg

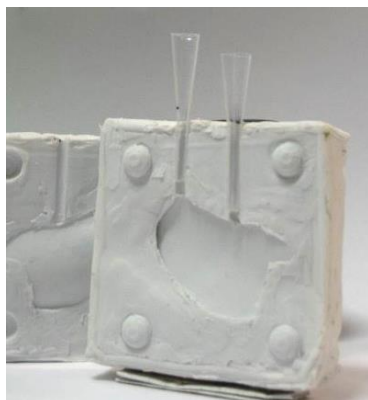


Figura 49 – Interior del motlle de silicona indicant la posició de les pipetes.
Font: © C. Zabala (2019)
49_M3_DT_motlle_silicona_pipetes.jpg



Figura 50 – Motlle de silicona exterior llest per introduir-hi la resina.
Font: © C. Zabala (2019)
50_M3_DT_fmottle.jpg

Tot seguit es procedeix a fer la preparació de les dues resines (Araldite® 2020 i Tritone Extra Transparente Líquido-Sintolit®), d'igual manera que en el mètode número 1 del qual en sorgeixen les següents quatre preparacions:

- a. Resina epoxídica transparent (Preparació 1)
- b. Resina epoxídica acolorida amb pigments (Preparació 2)
- c. Resina de polièster transparent (Preparació 3)
- d. Resina de polièster acolorida amb pigment (Preparació 4)

En aquest cas es tracta d'un recipient amb dues pèrdues, però només una d'elles està dedicada especialment a aquest mètode. Aquest fet es deu a què, en tractar-se d'un motlle exterior, es poden fer tantes proves com siguin necessàries per trobar la reintegració que més s'escau. Finalment només una d'elles serà l'escollida per ocupar el lloc on ara s'hi troba la pèrdua. Per introduir la resina dins el motlle, simplement es deixen precipitar gotes en una de les pipetes fins que comenci a sortir per l'oposada (Fig. 51); s'espera que s'anivelli el contingut i si és necessari s'acaba d'afegir una petita quantitat més per assegurar que el motlle quedi ple. El contingut s'ha deixat catalitzar, d'entre 24-48h depenent del tipus de resina, el procediment es segueix amb cada una de les preparacions una rere l'altra (Fig. 52). Aquest pas ha requerit un total de 6 dies ja que no s'han pogut fer les reintegracions de forma simultània.

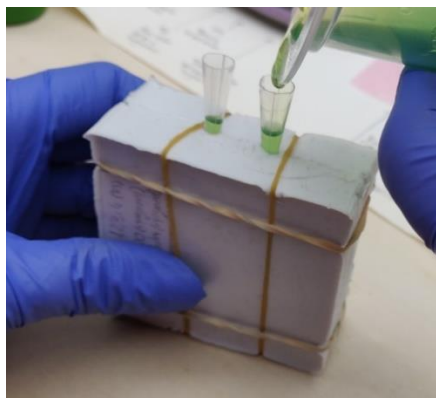


Figura 51 – Aplicació de resina al motlle de silicona.
Font: © C. Zabala (2019)
51_M3_DT_aplicacio_prep2.jpg



Figura 52 – Peces de resina.
Font: © C. Zabala (2019)
52_M3_DT_mosaic_resines.jpg

Finalment es procedeix a acolorir les dues reintegracions que estan transparents (preparació 1 i 3). Es fan les barreges de color que siguin necessàries per adaptar-les al to original, i un cop s'ha obtingut, es mescla amb l'esmalt de restauració de porcellana brillant. Seguidament s'aplica a pinzell sobre la superfície ja seca de les resines (Fig. 53). En aquest cas es té la possibilitat d'aplicar el color tant per l'anvers com pel revers de la peça, i com és reversible s'han fet les proves necessàries. S'ha acabat aplicant la pintura per la cara exterior en els dos casos (Fig. 54) i un cop està seca es consolida en el lloc de la pèrdua. Per a aquest mètode finalment s'ha decidit utilitzar la peça feta amb resina epoxídica acolorida amb pigment perquè ha donat un acabat similar al que té l'objecte. Per fer-ho, s'apliquen unes gotes d'un adhesiu que sigui fàcilment reversible, Paraloid B-72 i ja es pot donar per finalitzada la reintegració (Fig. 55 i 56).



Figura 53 – Acolorit de la resina epoxídica amb pintura acrílica
Font: © C. Zabala (2019)
53_M3_DT_aplicacio_pintura.jpg

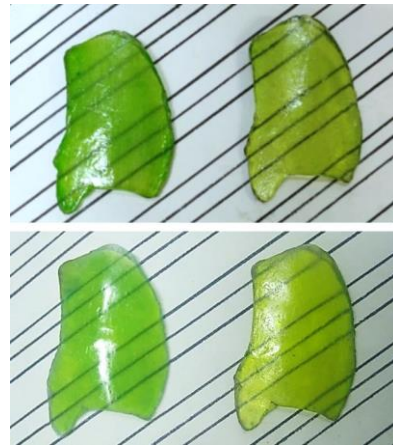


Figura 54 – Peces de resina acolorides
Font: © C. Zabala (2019)
54_M3_DT_mosaic_resines_acolorides.jpg



Figura 55 – Resultat final de la peça de resina col·locada dins la pèrdua.
Font: © C. Zabala (2019)
55_M3_FT_detall_reintegracio.jpg



Figura 56 – Resultat final del recipient 3 per la cara de la reintegració amb resines.
Font: © C. Zabala (2019)
56_M3_GA_FT.jpg

6.2.4. Reintegració exterior amb plàstics i vidre

Aquest últim mètode apareix únicament destacat en bibliografia referida a la reintegració de vidre antic. Núria Flos cita literalment “la reintegració de fragments desapareguts es pot realitzar amb metacrilat” (Flos, 1987, p. 23) és vint anys més tard quan l’MHCB especifica “La restitució del volum global d’un objecte de vidre amb vidre bufat és un sistema innocu i totalment reversible” (Fernández, Schönherr, & Pugès, 2007, p. 68), tot i que se sap que en 1999 aquesta tècnica ja es practicava. En aquests dos casos no es destaca punt per punt els passos que s’han de seguir per tal d’aconseguir-ho i per tant ha calgut una documentació prèvia del tractament amb aquest tipus de material per aprendre a manipular-lo, l’inconvenient és que es tracta de bibliografia dedicada a artesans i per tant no es tenen en consideració els criteris de restauració. Gràcies un artesà vidrier i ceramista de Granollers s’han pogut combinar els coneixements dels dos camps per elaborar una reintegració amb plàstics i vidres seguint uns mínims criteris.

Per tal de no actuar directament sobre l’objecte original, s’ha extret una mostra d’escaiola d’igual manera que en el mètode anterior, amb una superfície igual d’uniforme i polida (Fig. 57 i 58). Seguidament s’ha aplicat una capa de Paraloid B-72 al 5% sobre la mostra per tal de fer-la més resistent i protegir-la de cara als següents procediments. S’agafa un bloc de fang refractari (en aquest cas de 2x6x5cm) i s’hi posant la peça d’escaiola cap per avall exercint una lleugera pressió, l’objectiu és deixar un buit amb el negatiu de la mostra. S’ha acabat de buidar el fang amb eines de modelatge fins a fer-la-hi cabre perfectament i s’ha deixat assecat el fang totalment. Un cop sec, com que hi ha hagut una lleugera contracció, es poleixen els marges amb bisturí i finalment s’ha allisat la superfície amb paper de vidre del 3000 (Gràfic 8).



Figura 57 – Motlle un cop aplicada l’escaiola.

Font: © C. Zabala (2019)

57_M4_DTI_motlle_escaiola.jpg

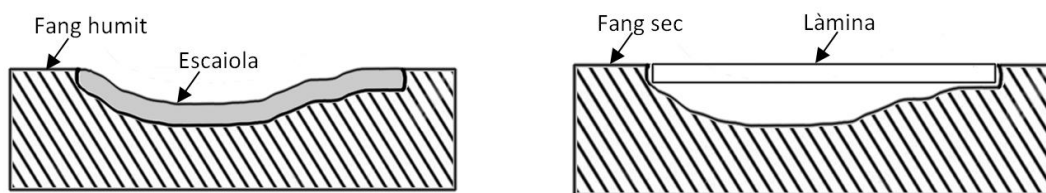


Figura 58 – Peça d’escaiola.

Font: © C. Zabala (2019)

58_M4_DT_peça_escaiola.jpg

Arribats a aquest punt ja es té un motlle de fang que pot anar al forn per tal de poder fondre els materials que es desitgen. Primer de tot s'utilitzarà per fer les peces amb els diferents plàstics plans de poliestirè, PET i PETG d'un gruix de 1'5mm; es tallen amb la forma triangular de la pèrdua i es situen sobre el motlle de fang. Cada un d'aquests es posa al forn quan aquest està fred augmentant la temperatura a poc a poc fins arribar a 100°C, que és el valor en el qual aquest material es comença a estovar. Un cop obert el forn s'ha comprovat que la temperatura ha estat excessiva ja que el plàstic s'ha desfet en excés i no ha mantingut la curvatura que es necessita per a la peça. Després d'un seguit d'intents, s'ha arribat a la conclusió que s'arribarien als 80°C pel poliestirè i als 90°C per els altres dos. D'aquesta manera s'han aconseguit peces de plàstic amb la curvatura i forma correcta, però a l'hora de situar-les dins la pèrdua s'observa com aquest plàstic s'ha encongit excessivament a causa de l'escalfor aplicada.



Gràfic 8 – Esquema de la secció del motlle de fang utilitzat la primera opció del mètode 4.

Font: © C. Zabala (2019)

9_M4_grafic.jpg

Perquè aquest fet no esdevingui, es fa un canvi de plantejament referit al motlle. En lloc de partir d'un bloc de fang amb la reintegració en negatiu es fa una peça plena del mateix fang simulant mitja botella en la seva part superior on s'hi troba la pèrdua (Fig. 59), aquesta servirà simplement per adaptar el plàstic a la curvatura de l'original. Quan el fang és sec se situa dins del forn i sobre seu, en equilibri, s'hi col·loca un retall d'un dels materials i es va pujant la temperatura fins arribar als 80-90°C. Quan aquest ja està fred, es pot extreure i comprovar que ha agafat la curvatura, per seguidament dibuixar-hi la forma de la pèrdua (Fig. 60) i retallar-la amb un bisturí calent (Fig. 63). Es pot acabar de perfilar els contorns i els gruixos d'aquests amb l'ajuda un micromotor amb paper de vidre i protegits amb mascareta per no inhal·lar les partícules que es van desprenent. En aquest punt les tres peces ja estan realitzades i es pot passar a manipular el següent material, el vidre.

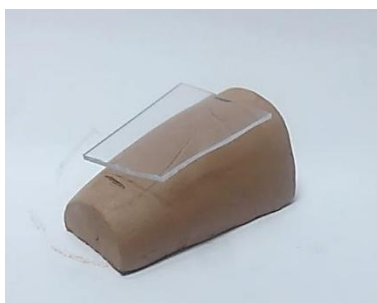


Figura 59 – Motlle de fang per realitzar el mètode 4 definitiu.

Font: © C. Zabala (2019)

59_M4_DT_motlle_fang.jpg

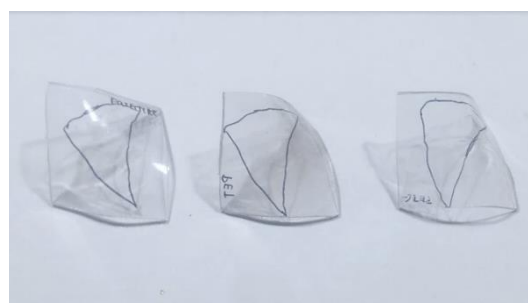


Figura 60 –Peces de plàstic amb la curvatura adequada.

Font: © C. Zabala (2019)

60_M4_DT_peces_plastic1.jpg

Com bé s'ha explicat al principi del mètode, la reintegració en vidre és un fet que es contempla però únicament s'utilitza quan es parla d'un gran volum o del total. Per tant s'intentarà poder aplicar aquesta tècnica amb reintegració d'una petita peça encara que en un principi no sigui emprada. Partint dels mateixos passos seguits amb el plàstic, s'opta per utilitzar el motlle de la curvatura de la botella. En aquest cas s'ha escollit un vidre transparent, ja que els vidres acolorits estaven triturats i no servien per aquest procediment. Seguidament s'ha tallat una peça quadrada de vidre de 0'2cm (mateix gruix que l'objecte original) i 5 cm de costat, s'ha col·locat en equilibri d'igual manera que els plàstics dins del forn especial per a ceràmica i s'ha anat elevat la temperatura paulatinament fins arribar als 700°C. Aquest és el valor en el qual aquest tipus de vidre comença a ser modelable i permet adaptar-se a les parets del motlle sense variar el gruix, si aquesta temperatura es sobrepassés provocaria una deformació excessiva del gruix de les parets, quedant-se més acumulat en les parts inferiors. Es deixa refredar el forn progressivament, i quan ja està fred s'extreu de dins la mostra ja corbada. Tot seguit, amb l'ajut de la peça d'escaiola que s'ha fet en primer moment, es marca el perfil de la pèrdua i es talla amb l'ajuda d'un tallador de vidre. Com que el vidre no està pla, el procediment de tallat resulta laboriós i imprecís, ja que en ocasions la peça s'acabava fragmentant per la part més estreta (Fig. 61 i 62), les tres puntes de la reintegració s'acabaven perdent, o bé; a causa del gruix, es feien talls massa cap a l'interior. El resultat són peces de vidre transparent partides o excessivament petites.

Finalment es procedeix a acolorir les tres reintegracions de plàstic i la de vidre transparent. Seguint la mateixa tècnica que en els mètodes anteriors ja que no s'ha pogut obtenir cap material que en origen tingues un color similar al de l'objecte l'original. En aquest cas, a l'aplicar la pintura sobre les superfícies de PET i PETG no ha sorgit cap problema (Fig. 56), però sí en el vidre i el poliestirè perquè no s'adheria si no s'afegia molta quantitat d'esmalt de restauració de porcellana brillant que finalment generava una capa altament opaca que no s'adiu a l'aspecte del vidre original.



Figura 61 – Peça de vidre visió lateral.
Font: © C. Zabala (2019)
61_M4_DT_vidre_lateral.jpg



Figura 62 – Peça de vidre visió frontal, es pot observar la fractura per l'extrem inferior .
Font: © C. Zabala (2019)
62_M4_DT_detall_vidre_fractura.jpg



Figura 63 –Peces de plàstic tallades a la mida de la pèrdua.
(per ordre: Polièstirè, PET, PETG)
Font: © C. Zabala (2019)
63_M4_DT_peces_plastic2.jpg



Figura 64 –Peces de plàstic acolorides amb pintura acrílica (per ordre: Polièstirè, PET, PETG) . S'observa com la pintura no s'ha agafat en la primera superfície.
Font: © C. Zabala (2019)
64_M4_DT_peces_plastic_acolorides.jpg



Figura 65 – Resultat final de la peça de PETG dins la pèrdua.
Font: © C. Zabala (2019)
65_M4_FT_detall_reintegracio.jpg



Figura 66 – Resultat final del recipient 4 per la cara de la reintegració amb plàstics.
Font: © C. Zabala (2019)
66_M4_GR_FT.jpg

6.3. Proves de resistència a l'estrès

Durant un període de dos mesos, s'han sotmès a proves de resistència les mostres extretes dels productes utilitzats en l'elaboració dels anteriors mètodes. Un total de setze petites peces ordenades de la següent manera: resina de polièster amb pigment, resina de polièster amb pintura, resina epoxídica amb pigment, resina epoxídica amb pintura, vidre original, poliestirè, P.E.T., P.E.T.G. dos de cada tipus.

Els paràmetres òptims per a una correcta conservació del vidre arqueològic són de 18-20°C (Avecilla, 2014) i 45% ±5% d'HR (Mamczynski, 2018), i les proves de resistència es faran sotmetent un grup de mostres a condicions de temperatura i humitat relativa per sobre de les establertes. En aquest cas s'ha optat per simular les condicions climàtiques en les que un objecte emmagatzemat es pot trobar, on els paràmetres en ocasions no estan controlats. En una localització propera al mar com és Barcelona, es poden assolir temperatures al voltant dels 27 °C amb humitats elevades, del 60%, i per tant s'intenta imitar aquestes condicions en les quals estaria una peça sense control.

Les mostres que es decideixi posar a prova es col·locaran dins d'una cambra (Fig. 68), aquesta permetrà controlar els paràmetres escollits mitjançant un seguit de sistemes climàtics com calefactors, humidificadors i deshumidificadors per tal de mantenir els valors que se li indiquin. També cal dir que en no disposar-ne d'una d'envelliment i a causa dels períodes curts, els resultats no podran ser del tot determinats. Així no s'espera observar canvis en les resines però sí en els pigments i més concretament en les pintures, que podrien oferir variacions en tractar-se d'una tècnica que s'ha adaptat en els últims anys i no està totalment comprovada la seva resistència al pas del temps. Un grup de mostres es mantindrà dins d'una segona cambra on se li aplicaran els valors òptims actuant com a testimonis de control (Fig. 67). Quan ja es té tot preparat es comença a observar dos cops per setmana durant un mes quins son els resultats.

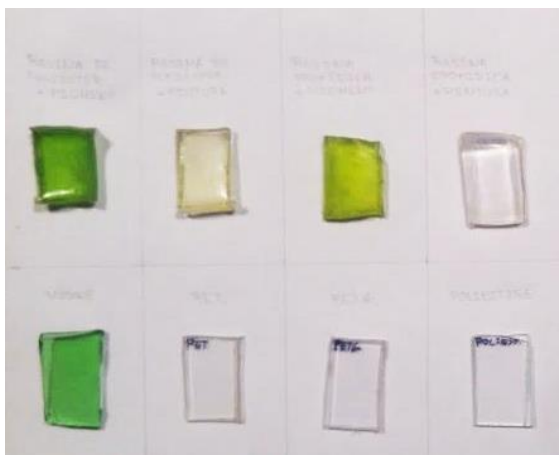


Figura 67 – Mostres abans de sotmetre-les a condicions òptimes prèvies a ser acolorides amb pintura acrílica.

Font: © C. Zabala (2019)
67_PR1_sense_acolorir.jpg

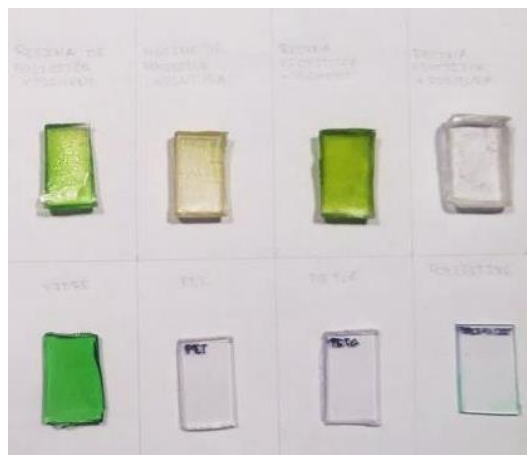


Figura 68 – Mostres abans de sotmetre-les a condicions extremes prèvies a ser acolorides amb pintura acrílica.

Font: © C. Zabala (2019)
68_PR2_sense_acolorir.jpg

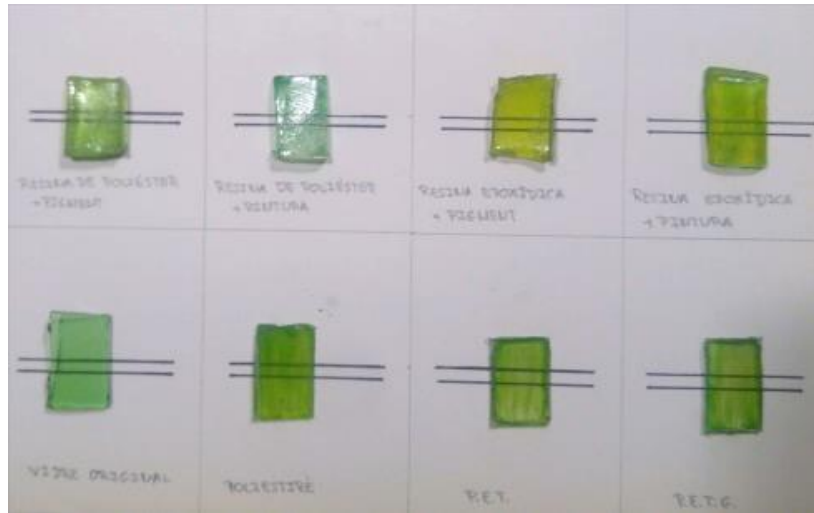


Figura 69 – Mostres abans de sotmetre-les a condicions òptimes acolorides amb pintura acrílica.

Font: © C. Zabala (2019)

69_PR1_acolorit.jpg

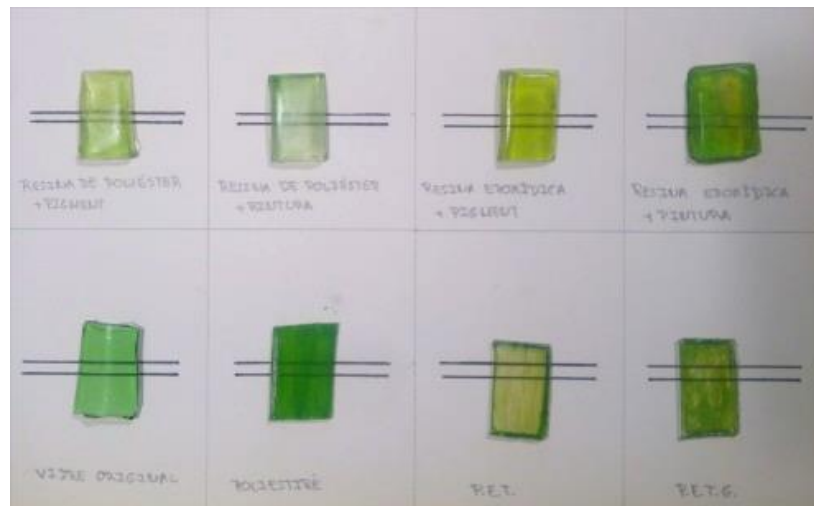


Figura 70 – Mostres abans de sotmetre-les a condicions extremes acolorides amb pintura acrílica.

Font: © C. Zabala (2019)

70_PR2_acolorit.jpg

Després d'un primer període d'un més, en els dos grups de mostres encara sense acolorir amb pintura, com era d'esperar, no s'han observat canvis, ni al conjunt de mostres que han estat sota condicions òptimes ni a les que han estat sotmeses a condicions de temperatura superior a les adequades amb variacions entre els 26 i el 32°C, amb una humitat que oscil·la entre el 57-62%. Més endavant s'ha procedit a pintar la superfície de totes les mostres que fins aleshores no estaven acolorides (Fig. 69 i 70), i el mateix grup que abans, s'ha col·locat dins la cambra regulada amb la mateixa temperatura i humitat que s'ha nomenat abans. En la primera setmana no s'observen canvis, però passada aquesta comença a variar el color d'una de les mostres, en concret la d'Araldite® 2020 amb pintura acrílica. Unes taques groguenques apareixen en el lloc on abans s'hi podia veure verd (Fig. 71), i passats els 20 dies ja es pot distingir un to groc repartit per tota la peça no anant més enllà durant les pròximes dues setmanes (Fig. 72).

Cal destacar que aquest fet no només s'ha observat en el conjunt de peces que estava en condicions extremes, sinó que l'altre que es trobava sota els valors establerts també va seguir el mateix patró. Com totes les peces van estar acolorides al mateix moment amb les mateixes proporcions de cada element, aquesta circumstància fa pensar que en algun moment es va produir una reacció química entre la pintura i algun dels elements que componen la resina. Per aquest motiu, s'ha volgut fer una segona comprovació amb una peça d'Araldite® 2020 elaborada 40 dies abans. Un cop pigmentada de la mateixa manera i exposada a les mateixes condicions, el resultat ha estat negatiu; al cap de dues setmanes més no ha virat el color seguint igual la següent setmana. Això dona a pensar que aquest fet va sorgir a causa d'una reacció amb els vapors que estava emetent la resina perquè podria ser que no estigués del tot curada fins aleshores.

En les mostres dels diversos plàstics, durant la quarta setmana amb humitat relativa constant d'entre el 57-62%, les superfícies han començat a quedar irregulars i com a conseqüència més opaques. La pintura s'ha estovot lleugerament i en ocasions s'ha arribat a perdre el to generant zones més transparents (Fig. 73). Degut, possiblement, a la interacció de la seva composició amb la humitat ambiental.



Figura 71 – Taques en les mostres de resina epoxídica acolorida amb pintura acrílica.
Font: © C. Zabala (2019)
71_PR1_acolorit_taqes_epoxi.jpg

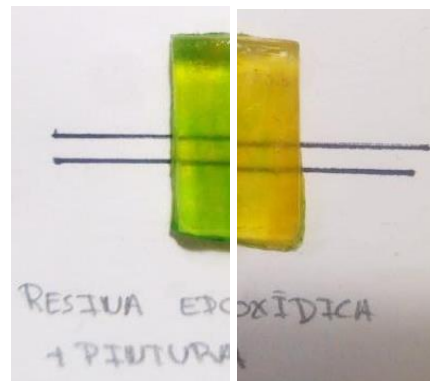


Figura 72 – Canvi de color en les mostres de resina epoxídica acolorida amb pintura passats 20 dies.
Font: © C. Zabala (2019)
72_composicio_PR1_acolorit_canvi_color_epoxi.jpg

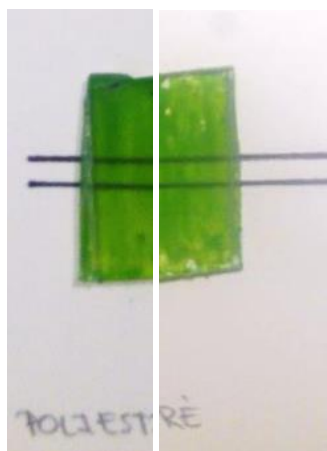


Figura 73 – Canvi d'aparença en la mostra de poliestirè en condicions extremes passats 23 dies.
Font: © C. Zabala (2019)
73_composicio_PR2_acolorit_canvi_superficie_poliestire.jpg

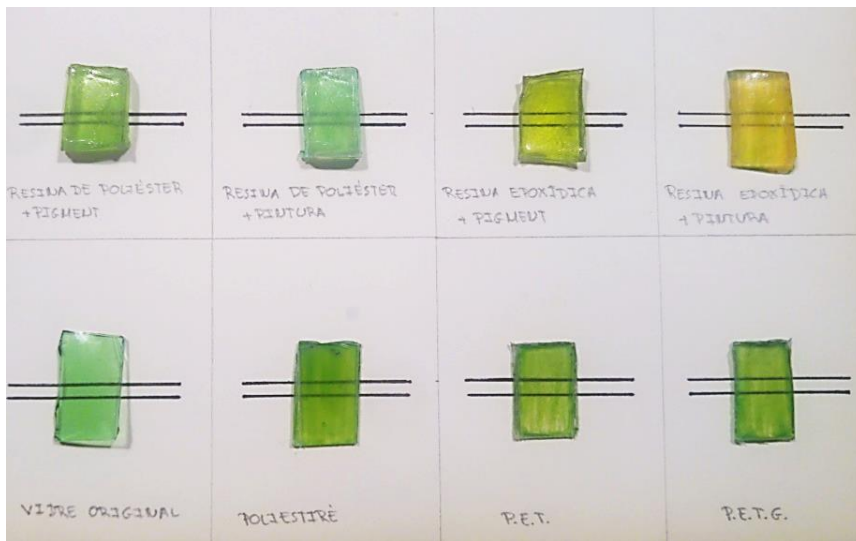


Figura 74 – Mostres sotmeses a unes condicions òptimes.

Font: © C. Zabala (2019)

74_PR1_F_acolorit.jpg

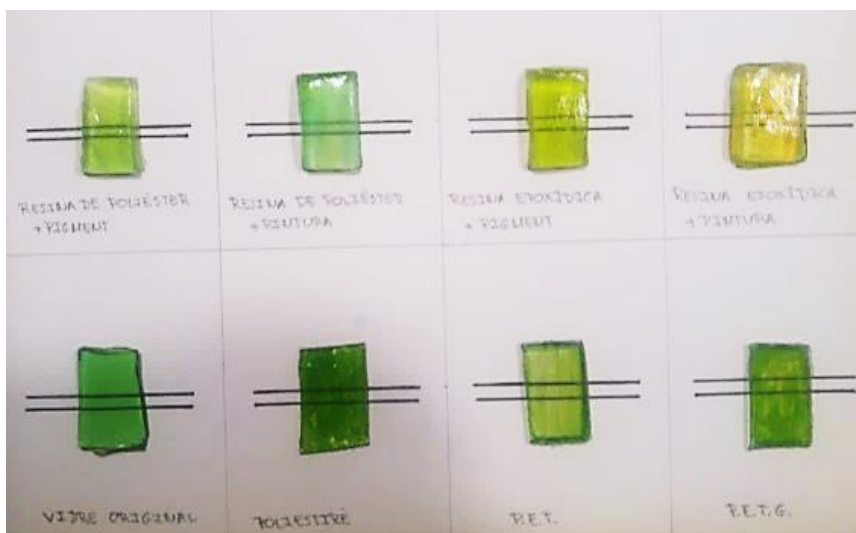


Figura 75 – Mostres sotmeses a unes condicions extremes.

Font: © C. Zabala (2019)

75_PR2_F_acolorit.jpg

7. Apreciacions

7.1. Apreciacions dels diferents mètodes de reintegració emprats

La recreació de les diferents tècniques ha permès determinar els pros i contres de cadascuna, fent més observables els inconvenients a part dels que es poden definir en les bibliografies.

El **mètode 1** combina dues de les tècniques de més antiguitat descrites per reintegrar recipients en els quals no es pot accedir: la membrana de silicona (Newton, 1989) i les parets exteriors amb plastilina (Vilucchi, 2000). És un procediment laboriós de dur a terme i sovint poc precís a causa de les dificultats per aconseguir un volum de resina exacte al que disposa el receptacle. El primer a tenir en compte per tal d'obtenir bons resultats comença en el pas primer quan s'introdueixen les planxes de plastilina, ja que si aquestes no s'han fet amb el gruix adequat perjudicaran a tots els processos posteriors. La silicona s'adapta a la forma de la plastilina, o sigui, si aquesta té irregularitats la reintegració amb resina també les tindrà; i de la mateixa manera si s'ha fet una planxa més prima quedarà una reintegració d'un gruix inferior a l'original, mentre que si la plastilina el supera o s'ha introduït més del compte (Fig. 76), el resultat serà una reintegració gruixuda que en ocasions pot influir en l'opacitat. Per tant, començar correctament i amb precisió serà la clau per assegurar uns bons resultats finals.

En la introducció de la silicona dins del recipient també es poden generar inconvenients, tenint en compte que és un receptacle al qual no es pot accedir bé al seu interior, resulta difícil retirar materials que hagin quedat dins. En aquest cas pràctic s'ha observat que la resina líquida s'introdueix en totes les esquerdes i fissures presents fent que en alguns casos, quan es retira la membrana de l'interior, es trenqui per aquests punts deixant restes de silicona (Fig. 77) difícils d'eliminar des de l'exterior.



Figura 76 – Detall del motlle de silicona on s'observa la profunditat indesitjada que va agafar la plastilina.

Font: © C. Zabala (2019)

76_M1_defecte_silicona.jpg



Figura 77 – Detall d'una resta de silicona que ha quedat dins una esquerda.

Font: © C. Zabala (2019)

77_M1_restes_silicona.jpg

Quan es passa a fer la reintegració, pròpiament dita, amb resines, comencen a aparèixer altres problemes a causa de la tècnica escollida de barreres en plastilina. Degut a la curvatura excessiva del recipient escollit aquesta no seria la millor opció, però sí es podria utilitzar en altres objectes on la pèrdua es trobi en una superfície completament plana. Com ja s'ha explicat, durant la pràctica ha estat necessari crear unes parets extremadament altes per tal de salvar els centímetres que pugui haver-hi des d'un extrem fins al centre de la pèrdua, i així evitar que la resina es vessés pels marges, no obstant; d'aquesta manera es desaprofita una gran quantitat de resina ja que posteriorment s'haurà d'eliminar tot el sobrant (Fig. 78). En canvi si les parets es fan baixes, el resultat és una reintegració irregular on en alguns punts pot no haver quedat material de reintegració (Fig. 79), fent que el procediment sigui nul. Aquest inconvenient es podria resoldre canviant la tècnica de la plastilina per un motlle superior de cera com els del mètode 2 però mantenint la mateixa membrana interior de silicona.



Figura 78 – Volum de resina que agafa la reintegració quan la pèrdua està en una zona molt corba.
Font: © C. Zabala (2019)
78_M1_volum_resina.jpg



Figura 79 – Reintegració amb massa poca resina a causa de les parets baixes.
Font: © C. Zabala (2019)
79_M1_falta_resina.jpg

Malgrat presentar totes aquestes complicacions, aquest és l'únic mètode dels exposats que permet fer reintegracions sense destruir les intervencions anteriors de consolidació. A l'hora d'intervenir en objectes que tot i no estar restaurats presenten pèrdues inaccessibles amb tècniques diverses, aquesta fa que sigui possible. Per tant és un procediment que s'hauria de tenir en consideració quan es parli de restauració de peces amb aquestes característiques.

En l'aplicació pràctica de totes les tècniques amb motlles de cera amb canals d'entrada de resina i sortida d'aire corresponents al **mètode 2**, s'han pogut observar empíricament alguns dels problemes que presenta si no es para prou atenció en els petits detalls. La col·locació dels forats, per tant, serà un punt clau perquè la reintegració s'obtingui amb el millor resultat possible. És important que l'orifici per on s'introdueix la resina estigui en el punt més baix de la pèrdua mentre que el de sortida d'aire es situï en la part superior per tal d'evitar l'aparició de bombolles. En el cas de la primera tècnica sense canyes flexibles aquest fet és complicat de resoldre degut a què es necessita col·locar l'objecte en horitzontal i els forats queden tots en la part superior, fent que es generin formacions d'aire dins del motlle (Fig. 80). La solució, si això esdevé, és anar movent l'objecte fent que l'aire es desplaci fins sortir per un dels orificis.

Si es parla de la tècnica evolucionada on s'empren les canyes flexibles, és important tenir en compte que la superior estigui just en el punt més alt. Quan aquest aspecte es passa per alt, és possible que aparegui una bombolla a la part superior a mesura que la resina va reposant, ja que tot l'aire es va dipositant en l'espai que queda a dalt sense sortida. El resultat és una reintegració uniforme però amb un forat en la zona de sobre on abans es trobava la canya (Fig. 81).



Figura 80 – Bombolles d'aire que es generen dins el motlle de cera.
Font: © C. Zabala (2019)
80_M2_bombolles_aire.jpg



Figura 81 – Falta de resina en la reintegració a causa d'una bombolla en el mètode amb canyes.
Font: © C. Zabala (2019)
81_M2_bombolla_canyes.jpg

Quan parlem del **mètode 3**, a simple vista es podria dir que permet generar uns resultats molt adequats a les característiques del recipient, però a més a més en certa manera segueix el criteri de mínima intervenció ja que l'objecte pràcticament no es toca durant l'elaboració de la peça de reintegració. La tècnica permet elaborar tantes reintegracions com sigui necessari fins trobar la que s'adeqüi més, però aquí apareix un petit inconvenient quant a l'aprofitament del temps. Entre una elaboració i una altra s'ha d'esperar 24-48 hores per poder tornar a utilitzar el motlle, això alenteix el procediment si s'elaboren gaires mostres. Es pot solucionar creant diversos motlles a partir de la mateixa peça d'escaiola que s'ha tret en primer moment però suposaria una despesa excessiva de silicona, i més si el recipient a reintegrar té diverses pèrdues.

El **mètode 4**, on s'utilitzen làmines de poliestirè, PET, PETG i vidre; presenta un primer inconvenient quant a l'elecció del material, ja que generalment els colors que es comercialitzen no s'adapten al to que pugui tenir l'objecte. En aquests casos, com s'ha fet en la part pràctica, es pot optar per escollir làmines transparents i pintar-les però ja s'ha comprovat que sobre algunes superfícies com les del vidre i o les de poliestirè no s'acaba d'adherir.

Quan es tracta de fer una reintegració amb vidre, es parla d'un procediment complex si no es disposa d'infraestructures com forns que puguin arribar a agafar les temperatures elevades que necessita el vidre. Un cop s'ha aconseguit corbar correctament, resulta complicat retallar una peça que s'acobli perfectament al perfil de la pèrdua i encara més si es tracta d'un perfil complex i amb irregularitats, fent que la peça es pugui acabar partint per algun punt de tensió. És un mètode poc estudiat al que caldria dedicar-hi un estudi més específic per comprovar si té alguna opció més de ser utilitzat en el camp de la restauració.

La tècnica de reintegració cromàtica amb acrílics presenta alguns inconvenients ja que com s'ha dit, en alguns materials no s'adhereix correctament. Però també cal desenvolupar millor la tècnica per poder adaptar-la a les característiques de transparència i brillantor que ofereix el vidre quan s'aplica sobre resines. Un gran avantatge però, és que permet ser retirat en qualsevol moment amb un dissolvent com és l'etanol. Així doncs, quan un color s'ha alterat (Fig. 82), al ser reversible (Fig. 83), podrà ser eliminat mantenint la reintegració de resina en perfectes condicions (Fig. 84). Quan s'aplica el color per la part interior, l'aspecte de brillantor es veu corregit a diferència de si s'aplica per l'exterior que queda més setinat. Però d'aquesta manera s'impedeix la reversibilitat si es tracta d'un recipient difícil d'accedir per la part interior.

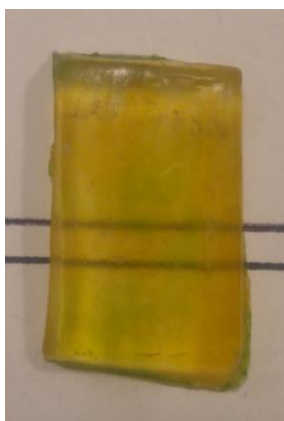


Figura 82 – Pintura alterada.
Font: © C. Zabala (2019)
82_pintura_alterada.jpg

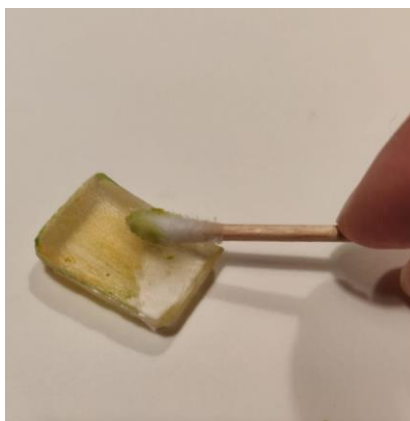


Figura 83 – Retirat de la pintura alterada.
Font: © C. Zabala (2019)
83_retirat_pintura.jpg



Figura 84 – Resultat de l'aspecte un cop retirada la pintura.
Font: © C. Zabala (2019)
84_aspecte_retirat_pintura.jpg

7.2. Apreciacions dels materials utilitzats

La utilització de resines de polièster per reintegració de suports de vidre es deu principalment a una escassetat de recursos que impedeix tenir a l'abast resines epoxídiques que ofereixen unes característiques més adaptades a les necessitats del material. El fet ha obligat a introduir, en nombroses ocasions, productes alternatius per tal d'abaratir els costos de la restauració.

Els inconvenients d'aquesta resina de polièster comencen amb la seva aplicació, ja que com s'ha explicat, és altament tòxica i per tant exigeix la utilització de mesures de protecció que compliquen el procediment. Un cop s'ha aplicat, es pot observar com el color en comparació amb la resina epoxídica, és notòriament més groguenc (Fig. 85), fet que perjudica a l'hora d'encertar en l'elecció d'un color que s'adigui al de l'objecte. Aquest color, que adopta, es fa més evident com més gruix tingui la reintegració (Fig. 86), per tant si s'ha de fer una amb un gruix mínim, com la major part de vidres romans, aquest aspecte no suposaria tant impediment.

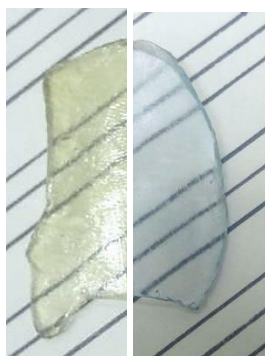


Figura 85 – Diferència entre la resina de polièster (esquerra) i la resina epoxídica (dreta).
Font: © C. Zabala (2019)
85_composicio_diferencia_groc1.jpg



Figura 86 – Diferència entre la resina de polièster (esquerra) i la resina epoxídica (dreta) en un gruix considerable.
Font: © C. Zabala (2019)
86_composicio_diferencia_groc2.jpg

Així mateix, la resina de polièster podria adoptar una aparença que s'adigués a les característiques del vidre arqueològic antic, ja que l'aspecte que s'obté no acaba de ser del tot homogeni. Adaptant-se d'aquesta manera a les irregularitats i diferències de color a causa del pas del temps i de l'efecte que ha tingut sobre el vidre antic els diversos factors com la temperatura, la humitat, el pH, etc.

La manca de temps de la que s'ha disposat, no ha permès observar com afecta l'envelliment en aquest tipus de materials. Per tant s'han analitzat altres peces, les quals van passar per una restauració anys enrere, en concret, les reintegracions de vidre antic. Un cas en concret s'ha trobat al museu *The Corning Museum of Glass*, on uns recipients de vidre transparent van ésser reintegrats amb resina de polièster al voltant dels anys seixanta/setanta (Dávila, 2018). Mig segle més tard, aquests objectes es troben exposats i s'observa perfectament com la resina utilitzada s'ha opacifcat alhora que ha anat guanyant un color claríssimament groc (Fig. 87).



Figura 87 – Canvi d'aparença de la resina de polièster amb el pas del temps.

Font: (Dávila, 2018)

Arxiu digital de la col·lecció gràfica del Museo Arqueológico Nacional.

La resina epoxídica, com s'ha explicat en nombroses ocasions durant aquest treball, ha demostrat ser un producte de reintegració molt adequat per treballar en restauració de vidre. La seva transparència, brillantor i fàcil manipulació ha estat clau a l'hora d'escollir-la per aquest tipus de tractaments, però no s'ha d'oblidar també que, presenta un índex de refracció pràcticament idèntic al del vidre arqueològic fet que determina que s'adeqüi tant a aquest material. Un petit inconvenient és el temps de curat que necessita, que pot ser el doble del que demana una resina de polièster.

Dels plàstics utilitzats en el mètode 3, tal com succeeix en el cas de l'Araldite® 2020, en ser materials relativament recents, no s'ha pogut comprovar quina és la seva resposta al pas del temps. Però com ja s'ha fet menció en l'apartat de materials de la part pràctica, la resina pot mostrar-se inalterada en períodes superiors a 10 anys. I el principal inconvenient dels plàstics són les deformacions degudes a altes temperatures que poden mostrar, però, a més a més, també hi ha estudis que han descrit una pèrdua de propietats mecàniques, en condicions acceptables, amb el pas del temps (Mothé, Stejko, Prin, & Rojas, 2007).

Les pintures acríliques utilitzades representen un avanç pel que fa a la reintegració cromàtica de vidre. Aquestes ofereixen una transparència que s'ha adaptat perfectament a les característiques d'aquest material, però tenen un inconvenient, i és que, com ja s'ha dit, en ser aplicades sobre aquesta mena de suport, vidre o plàstic, són repel·lides. El fet que siguin pintures a l'aigua obliga a utilitzar altres additius com l'esmalt de restauració, però aquest altera significativament les propietats primeres de la pintura fent-la menys transparent i brillant.

8. Conclusions

Al llarg del treball s'ha pogut veure que el vidre arqueològic té un important valor com a element de datació, d'estudi o divulgatiu; però a causa de la seva fragilitat en nombroses ocasions no se l'ha tingut en compte. Avui en dia es pot percebre una destacada evolució en l'àmbit de la conservació-restauració que va constantment en augment, i permetrà que més endavant aquest material surti a la llum per ésser estudiat i contemplat com es mereix. Cal destacar que cada vegada arriben més fragments o fins i tot peces de vidre als museus, entitats o tallers en un estat més que acceptable que facilita la seva intervenció. Aquest fet ha estat possible gràcies a la incorporació d'equips de restauració dins les excavacions, que aporten els coneixements necessaris i actuen de manera que afecta positivament a l'estat dels objectes.

Cal destacar que, a mesura que ha anat avançant el projecte, es considera haver assolit els objectius primers d'entendre els diversos mètodes de reintegració en vidre que han anat sorgint en el transcurs del temps i els nous coneixements. Això ha estat possible gràcies als reculls bibliogràfics que han deixat constància dels procediments i de tota la sèrie d'originals intervinguts (pocs) que es troben exposats a Catalunya.

La part pràctica, sens dubte, ha permès entendre de forma empírica els motius pels quals s'aplica una determinada tècnica o material. Els avantatges, inconvenients, dificultats i fets a tenir en compte de cada mètode s'ha pogut observar a través dels simulacres amb vidre d'elaboració moderna, ja que en la major part dels referents estudiats no es feia incidència en aquest aspecte. L'estudi, com ja s'esmentava en la metodologia, no s'ha basat únicament en portar a la pràctica les tècniques, sinó que d'una manera més directa ha ajudat a establir una pauta que aspira a ser d'utilitat a l'hora d'escollir els mètodes o combinacions d'aquests més adients amb els criteris de conservació-restauració en vidre arqueològic que tenen vigència en el moment.

A partir dels estudis de les mostres i simulacres, s'ha pogut observar la resistència que les reintegracions aporten a l'estructura final de l'objecte però en alguns casos, com en el de les dutes a terme *in situ*, aquestes afecten el criteri principal de reversibilitat. Tanmateix, cal contemplar la possibilitat de realitzar exàmens més extensos posteriorment, atès a la limitació de resultats que s'han obtingut a partir de les mostres. Ha faltat observar com reaccionaran els nous productes i tècniques al llarg dels anys.

Recollint tot el que s'ha dit es podria arribar a respondre les preguntes que es plantejaven a l'inici del treball. Una reintegració volumètrica no ha de ser absolutament necessària, encara que si es du a terme és possible una lectura de l'objecte precisa i sense entrebancs. Tal com s'ha esmentat repetidament, la proposta d'una intervenció d'aquestes característiques s'hauria de basar principalment en l'estabilitat de l'objecte, si l'estructura del conjunt es veïés greument afectada en el cas que no es reintegrés la pèrdua. En la major part de mètodes que s'han dut a terme al llarg dels anys, s'han utilitzat procediments pràcticament irreversibles o en tot cas, la seva eliminació posaria en risc l'original. Però la tècnica que permet crear una peça a part, pot complir els criteris de reversibilitat, considerant que en ocasions no serà ni necessari aplicar adhesiu per deixar encaixada la reintegració en la seva zona, fent possible la retirada amb una lleugera acció mecànica si fos necessari.

A vegades podem trobar-nos davant la necessitat d'intervenir la peça que pertany a un conjunt que ja ha estat tractat anteriorment. Els criteris que es van seguir en el seu moment poden ser diferents dels actuals, i per tal de realitzar un treball que no desentoni amb la resta s'haurà de tenir en compte aquest aspecte. Per tal d'aconseguir-ho, es poden escollir tècniques que permetin resultats similars als abans assolits, adaptant alguns aspectes. En el cas concret de l'ampolla del museu de Badalona, s'observa que no hi ha altres objectes similars restaurats, però sí s'hi troben bols pertanyents a la mateixa etapa, on s'han reintegrat totes les pèrdues *in situ* amb resina de polièster (Fig. 88 i 89). Per tant, utilitzant una resina menys agressiva com l'Araldite® 2020, es podria plantejar una intervenció de les pèrdues de material amb algun dels dos mètodes proposats que es duen a terme *in situ*.



Figura 88 – Bol de vidre romà de l'any 90 d.C. intervingut.

Font: (Avecilla, 2014)

Arxiu digital de la col·lecció gràfica de la diputació de Barcelona



Figura 89 – Bol de vidre romà del segle I d.C. intervingut.

Font: © E. Gurri (1992)

Arxiu digital de la col·lecció gràfica del Museu de Badalona



Figura 90 – Ampolla de vidre romà de l'any 50 d.C. sense intervenir.

Font: © C. Zabala (2019)

90_ampolla_2MB.jpg

Si s'escull dur a terme la intervenció amb un dels dos primers mètodes practicats amb les seves corresponents variacions, primer s'hauria d'estudiar bé l'objecte i com es va realitzar la consolidació. Si el tipus d'adhesiu utilitzat és fàcilment reversible, es podria realitzar un motlle de doble cara amb cera; però si pel contrari no és possible eliminar l'adhesiu o el procediment a seguir posa en risc la peça, seria més adient optar per la primera tècnica, ja que en aquest cas l'accés a l'interior per la boca és massa tancat per poder-hi accedir. La coloració exterior és un tema que caldria estudiar abans de ser aplicat, i per tant en aquest cas se seguiria escollint la tècnica utilitzada en la resta d'objectes de la col·lecció acolorint la resina abans de ser aplicada.

Al llarg del grau de conservació-restauració es dediquen poques hores al tractament d'aquest tipus de material, malgrat aquest inconvenient, amb el treball s'ha pogut ampliar el coneixement fins al punt de generar un interès profund. A partir d'aleshores, és una apreciació particular, es podrien obrir noves vies d'estudi enfocades en aquesta temàtica de cara a un avenir professional.

Bibliografia

- Alcobé, M. (2017-2018). Causes de degradació d'objectes arqueològics. A *Apunts de Tractaments Aplicats als Béns Culturals II* (p. 28-33). Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Alcobé, M. (2017-2018). Tractaments al taller: Reintegració volumètrica i cromàtica. A *Apunts de Tractaments Aplicats als Béns Culturals II* (p. 69-73). Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Arteplástica. (13 de 07 de 2017). *PET*. Recuperado el 28 de 03 de 2019, de <https://arteplastica.es/pet-2/>
- Arteplástica. (07 de 2017). *PETG*. Recuperado el 28 de 03 de 2019, de <https://arteplastica.es/petg/>
- Arteplástica. (07 de 2017). *Poliestireno*. Recuperado el 28 de 03 de 2019, de <https://arteplastica.es/poliestireno/>
- Avecilla, N. (2012). *Fitxa tècnica del procés de restauració: Gerro*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- Avecilla, N. (2014). *Documentació Tècnica Restauració: Bol vidre romà*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- Avecilla, N. (2016). *Documentació Tècnica Restauració: Copa de vidre*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- Beveridge, P., Doménech, I., & Pacual, E. (2003). *El Vidrio. Técnicas de trabajo de horno*. Barcelona: Norma S.A.
- cerezo.pntic. (25 / 10 / 2018). *Termoplásticos*. Consultat el 04 / 04 / 2019, a <http://cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/tecno/tercero/plastico/contents/trmoplas.html>
- ChemicalSafetyFacts. (05 de 11 de 2016). *Poliestireno*. Recuperado el 28 de 03 de 2019, de [tractar https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/poliestireno/](https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/poliestireno/)
- CRBMC. (30 / Octubre / 2017). *Criteris*. Consultat el 05 / 03 / 2019, a Generalitat de Catalunya: http://centredere restauracio.gencat.cat/ca/que_fem/que_restaurem/criteris/
- CROW. (2015). *Polymer Properties Database*. Consultat el 01 / 05 / 2019, a <https://polymerdatabase.com/polymer%20classes/Silicone%20type.html>
- Dávila, C. (11 de 09 de 2018). *150 años de conservación y restauración en el museo arqueológico Nacional. Una historia imprescindible recuperada*. Recuperado el 12 de 03 de 2019, de Ministerio de cultura y deporte: <http://www.man.es/man/dms/man/estudio/publicaciones/conservacion/2018-Conservacion-restauracion-MAN-r.pdf>

- Digibug. (09 de 12 de 2017). *Proyecto de innovación docente 14-40*. Recuperado el 18 de 02 de 2019, de Laboratorio de Restauración Arquitectónica:
http://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/48471/PID_Arquitectura14-40.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Duran, M. (11 / 12 / 2007). *Una mica d'història del vidre*. Consultat el 22 / 04 / 2019, a Banc d'olors: <http://bancdeolors.blogspot.com/2007/12/una-mica-dhistria.html>
- EcoHabitat. (20 / 04 / 2016). *Materiales aislamientos*. Consultat el 07 / 03 / 2019, a Ficha Bioconstrucción: http://www.ecohabitat.org/wp-content/uploads/2011/12/ficha_perlita.pdf
- Ecovidrio. (27 / Setembre / 2012). *Historia del vidrio I*. Consultat el 27 / Abril / 2019, a Hablando en vidrio: <https://hablandoenvidrio.com/historia-del-vidrio-i/>
- Fernández, J. (1999). Causas del Deterioro Físico y Químico de los Vidrios Históricos. A J. M. Fernandez, & P. Pastor, *Jornadas Nacionales sobre Restauración y Conservación de Vidrios* (p. 17-37). San Ildefonso: Fundación Centro Nacional del Vidrio.
- Fernàndez, L., Schönherr, L., & Pugès, M. (2007). Producte i tècniques per la reconstrucció de vidre arqueològic. *Quaderns tècnics de l'MHCB*, 63-79.
- Flos, N. (1987). Conservació i Restauració del vidre antic. A N. Flos, *Baetulo. Els vidres* (p. 21-23). Badalona: Museu de Badalona.
- Foy, D., & Nenna, M.-D. (2001). In vitro veritas. A *Tout Feu Tou Sable. Mille ans de verre antique dans le Midi de la France* (p. 21-33). Provence: ÉDISUD.
- Fundación Carlos Ballestra López. (28 de juliol de 2018). *Restauración Urna Romana*. Recuperado el 08 de Març de 2019, de Restauración de cristal:
<https://fundacioncarlosballestra.com/restauracion/objetos/restauracion-urna-romana>
- Gil, A. (30 / 03 / 2012). *Resinas de poliéster Guía de manejo*. Consultat el 23 / 03 / 2019, a EAFIT:
<http://www.eafit.edu.co/servicios/centrodelaboratorios/infraestructura/laboratorios/Documents/Guia%20de%20manejo%20de%20resinas.pdf>
- Glosario Geología. (08 / 04 / 2012). *Vermiculita*. Consultat el 03 / 06 / 2019, a <https://glosarios.servidor-alicante.com/geologia/vermiculita>
- Gordiola. (02 / Maig / 2017). *Historia del vidrio*. Consultat el 09 / 04 / 2019, a Vidrios de arte:
<https://www.gordiola.com/es/historia-del-vidrio>
- Heras, C., & Urbina, A. (2000). Vidrio arqueológico de época romana en el Valle Medio del Ebro. La ciudad de Vareia (Logroño, La Rioja). A *l Jornades hispàniques d'història del vidre* (p. 83-95). Barcelona: Museu d'Arqueologia de Catalunya.

- HUNTSMAN. (02 / 09 / 2014). *Araldite 2020 (XW 396/XW 397)*. Consultat el 26 / 05 / 2019, a Adhesivos estructurales: <https://www.generaladhesivos.com/proveedor-pegamento/410hoja-tecnica-TDS%20%202020.pdf>
- Iñíguez, A. (2000). *Fitxa de restauració: Ampolla de vidre*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- ISINGS, C. (1957). *Archeologia Traiectina, Roman Glass*. Groningen: Djakarta.
- Lòpez, M. (2001). *Fitxa de restauració: Ampolla de vidre*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- Malagon, C. (14 / Abril / 2011). *Modulo 5: Reflexión y Refracción*. Consultat el 19 / Febrer / 2019, a Nebrija: Física Aplicada: https://www.nebrija.es/~cmalagon/Fisica_Aplicada/transparencias/05-Luz/18_-_reflexion_y_refraccion.pdf
- Mamczynski, V. (19 / Octubre / 2018). Conferència-Restauració de Material Vitri. (U. d. Barcelona, Entrevistador)
- Megalópolis. (16 / 01 / 2017). *EGIPTO (Tutmosis III: La Batalla de Megiddo)*. Consultat el 11 / 02 / 2019, a Go4cima: <https://www.go4cima.com/v/voSfYHbZJtk>
- MENIA. (10 / Setembre / 2012). *Vidrio romano I y II*. Consultat el 18 / maig / 2019, a Restauración & Patrimonio: <http://www.meniarestauracion.com/vidrio-romano-i/>
- Moriarty, P. (01 / Febrer / 2011). *Why is Glass transparent?* Consultat el 27 / Abril / 2019, a Sixty Symbols: <https://www.youtube.com/watch?v=Omr0JNyDB10>
- Mothé, C., Stejko, L., Prin, J. L., & Rojas, B. (17 / 09 / 2007). *Estudio de las propiedades mecánicas y de envejecimiento a la intemperie de poliestirenos cargados con polisacáridos*. Consultat el 11 / 05 / 2019, a Revista Iberoamericana de Polímeros: https://www.researchgate.net/publication/28214210_Estudio_de_las_propiedades_mecanicas_y_envejecimiento_a_la_intemperie_de_polietilenos_cargados_con_polisacidos
- NAUKAS. (26 / Setembre / 2011). *¿Por qué hay objetos transparentes y objetos opacos?* Consultat el 25 / Abril / 2019, a Ciencia y escepticismo: <https://naukas.com/2011/09/26/por-que-hay-objetos-transparentes-y-objetos-opacos/>
- Newton, R. (1989). Conservation of glass. A R. Newton, *Conservation of glass* (p. 224-239). London: Butterworths.
- Perez, M. (27 de 07 de 2018). *La silicona*. Recuperado el 12 de 03 de 2019, de Monografias: <https://www.monografias.com/trabajos96/silicona/silicona.shtml>
- Pérez-Sala, M. (2000). El estudio del reciclaje del vidrio en el mundo romano: el caso de Guildhall Yard, Londres. A *I Jornades hispàniques d'història del vidre* (p. 65-72). Barcelona: Museu d'arqueologia de Catalunya.

- PiedrasPara Todo sobre las piedras . (2019). *Vermiculita*. Consultat el 27 / 03 / 2019, a Rocas i minerales: <https://www.piedraspara.com/vermiculita/>
- Pugès, M. (2013). La restauración del material arqueológico expuesto en el Born Centre Cultural. *Unicum*, 172-177.
- Pugès, M., Molinas, M., Fernández, L., & Gimeno, D. (22 / 04 / 2013). *Vidre de construcció en excavacions arqueològiques*. Consultat el 14 / 02 / 2019, a Abac: <http://www.abac-sl.cat/wp-content/uploads/Vidre-pla-article-x-web.pdf>
- QN. (06 / 10 / 2016). *Las características más importantes del PET*. Consultat el 28 / 03 / 2019, a QuimiNet: <https://www.quiminet.com/articulos/las-caracteristicas-mas-importantes-del-pet-2784845.htm>
- Ruttloff, A. (1999). Römische Vierkantkrüge. A M. J. Klein, *Römische Glaskunst und Wandmalerei* (p. 41-47). Mainz am Rhein: Verlag Philipp von Zabern.
- Sancho, M. (2000). *Fitxa de restauració: Ampolla de vidre*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- Serra, E. (1992). El vidre. A *Materials i eines d'escultor* (p. 73-74). Barcelona: Publicacions Universitat de Barcelona.
- Sintolit. (24 / 05 / 2015). *Sintolit-scheda tecnica*. Consultat el 03 / 05 / 2019, a Bandini srl: <https://www.derosasrl.it/public/schede/458.pdf>
- Sternini, M. (1991). *Le verrerie romaine de musee archeologique de nimes 2ème partie*. Cahiers des musees et monuments de nimes.
- The British Museum. (27 de Octubre de 2016). *Youtube*. Recuperado el 2019 de Març de 04, de Conservation of a Romano-British urn | Episode 9: Colour matching: https://www.youtube.com/watch?v=axYDMHzTvbw&list=PL0LQM0SAx601P3q86NZOaPvRZ72c6P1o_&index=9
- The British Museum. (20 / Octubre / 2016). *Youtube*. Consultat el 04 / Març / 2019, a Conservation of a Romano-British urn | Episode 8: Mould making and resin casting: https://www.youtube.com/watch?v=iJuAuULhaUY&list=PL0LQM0SAx601P3q86NZOaPvRZ72c6P1o_&index=8
- The British Museum. (13 de Octubre de 2016). *Youtube*. Recuperado el 03 de Març de 2019, de Conservation of a Romano-British urn | Episode 7: Gap fills: https://www.youtube.com/watch?v=HOWEgw5qcMA&list=PL0LQM0SAx601P3q86NZOaPvRZ72c6P1o_&index=7
- The British Museum. (06 de Octubre de 2016). *Youtube*. Recuperado el 03 de Març de 2019, de Conservation of a Romano-British urn | Episode 6: Reconstruction: https://www.youtube.com/watch?v=TWy-35wA4Cc&list=PL0LQM0SAx601P3q86NZOaPvRZ72c6P1o_&index=6

- The British Museum. (17 / Març / 2017). *Youtube*. Consultat el 04 / Març / 2019, a Conservation of a Romano-British urn | Episode 10: Completion:
https://www.youtube.com/watch?v=RPLWbl2RhrY&list=PL0LQM0SAx601P3q86NZOaPvRZ72c6P1o_&index=10
- Valentín, N. (1999). El biodeterioro del vidrio. Métodos de control. A J. M. Fernandez, & P. Pastor, *Jornadas Nacionales sobre Restauración y conservación de Vidrios* (p. 39-46). San Ildefonso: Fundación Centro Nacional del Vidrio.
- Vilucchi, S. (2000). Le fasi operative: la pulitura, la ricomposizione, l'integrazione. A S. Vilucchi, *Vitrum. La materia, il degrado, il restauro* (p. 34-37). San Giovanni Valdarno (Arezzo): Edifir.
- Wiegand, E. (1988). *Técnicas de trabajo con Vidrio*. Sevilla: Progenza.
- Wikipedia The Free Encyclopedia. (15 / 12 / 2005). *Natural History (Pliny)*. Consultat el 14 / 04 / 2019, a [https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_History_\(Pliny\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_History_(Pliny))
- YOY CART. (17 de 07 de 2017). *Pigment MICROLITE K*. Recuperado el 20 de 03 de 2019, de Pigments:
<https://www.yoycart.com/seller/%E4%B8%8A%E6%B5%B7%E7%B2%BE%E9%A2%9C%E5%8C%96%E5%B7%A5/?&p=2>

Annexos

Annex 1. Fitxa tècnica Araldite® 2020

Annex 2. Fitxa tècnica Tritone extra transparent-Sintolit®

Annex 3. Fitxa tècnica Poliestirè

Annex 4. Fitxa tècnica P.E.T.

Annex 5. Fitxa tècnica P.E.T.G

Annex 6. Fitxa tècnica Lascaux Aquacryl™

Adhesivos estructurales
Araldite® 2020 (XW 396/XW 397)
Sistema adhesivo epoxídico, transparente, de dos componentes
Propiedades clave

- Adhesivo de baja viscosidad
- Especialmente adecuado para la unión de vidrio y cerámica
- Adecuado para aplicaciones transparentes
- Índice de refracción similar al del vidrio

Descripción

El Araldite 2020 es un adhesivo de dos componentes, curado a temperatura ambiente y baja viscosidad, específicamente diseñado para la unión de vidrio.

También es adecuado para la unión de una amplia variedad de metales, cerámica, cauchos, plásticos rígidos y otros muchos materiales de uso.

Datos del producto

	2020/A	2020/B	2020 (mezclado)
Color (visual)	Semitransparente	Semitransparente	Semitransparente
Densidad (g/cm ³)	1,12 aprox.	0,95 aprox.	1,1 aprox.
Viscosidad (mPas)	150 aprox.	150 aprox.	150 aprox.
Tiempo de utilización (100 g a 25°C)	-	-	40 - 50 minutos
Vida de almacenamiento (2-40°C)	3 años	3 años	-
Índice de refracción	-	-	1,553
Flash Point (°C)	140	>120	-

Tratamiento
Pretratamiento

La resistencia y durabilidad de una junta unida dependen del correcto tratamiento de las superficies a unir. Como mínimo, las superficies a unir se deben limpiar con un agente desengrasante de calidad, como acetona, tricloroetileno o agente desengrasante registrado para quitar todo resto de aceite, grasa y suciedad.

No se debe utilizar jamás alcohol, gasolina (petróleo) ni diluentes de pintura.

Las juntas más fuertes y duraderas se obtienen bien abradiendo mecánicamente o atacando químicamente ("decapando") las superficies desengrasadas. Después de la abrasión se debería realizar un segundo tratamiento desengrasante.

Relación de la mezcla	Partes en peso	Partes en volumen
Araldite 2020/A	100	100
Araldite 2020/B	30	35

La resina y el endurecedor se deben mezclar hasta formar una mezcla homogénea.

Aplicación del adhesivo

La mezcla de resina/endurecedor se aplica con una espátula a las superficies de unión pretratadas y secas. Con una capa de adhesivo de 0,05 a 0,10 mm de grosor se impartirá a la junta la mayor resistencia a cortadura. Las piezas a unir se deben montar y fijar tan pronto como se haya aplicado el adhesivo. Una presión de contacto uniforme por todo el área de unión asegurará un curado óptimo.

Mantenimiento del equipo

Se deben limpiar todas las herramientas con agua caliente y jabón antes de que los residuos de adhesivo tengan tiempo de curarse. La eliminación de los residuos curados es una tarea larga y difícil.

Si se utilizan disolventes, como acetona, para la limpieza, los operarios deben tomar las precauciones apropiadas y, además, evitar todo contacto con la piel y con los ojos.

Tiempos para alcanzar una resistencia a cortadura mínima

Temperatura	°C	10	15	23	40	60	100
Tiempo de curado para alcanzar LSS > 1N/mm ²	horas	24	20	16	3	-	-
	minutos	-	-	-	-	90	15
Tiempo de curado para alcanzar LSS > 10N/mm ²	horas	60	48	25	7	2,5	-
	minutos	-	-	-	-	-	20

LSS = Resistencia a cortadura.

Nota – Existe peligro de exotermia al colar el producto a granel o en secciones gruesas (>1cm) si el molde es aislante. Antes de proceder, esto se debería evaluar.

Propiedades típicas del producto curado

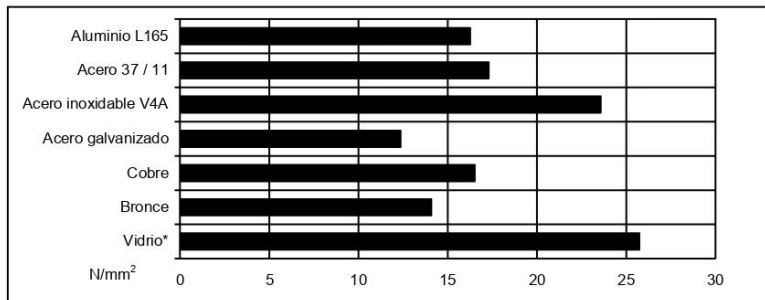
A menos que se indique lo contrario, todas las cifras presentadas a continuación se determinaron ensayando muestras estándar de una aleación de aluminio de 170 x 25 x 1,5 mm. El área de unión fue de 12,5 x 25 mm en cada caso.

Las cifras se determinaron a través de lotes de producción típicos mediante métodos de ensayo normales. Se ofrecen únicamente como información técnica y no constituyen una especificación del producto.

Promedio de resistencias a cortadura de juntas típicas de metal - metal (ISO 4587)

Curado durante 16 horas a 40°C y probado a 23°C

Pretratamiento - Limpieza por chorro de arena

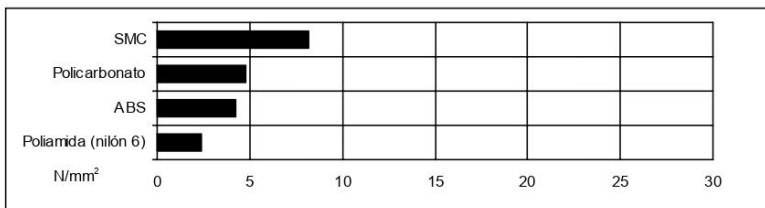


*Resistencia a cortadura en ensayo a compresión.

Promedio de resistencias a cortadura de juntas típicas de plástico - plástico (ISO 4587)

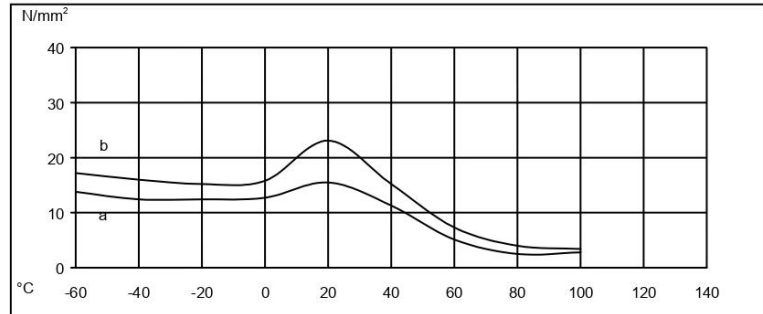
Curado durante 16 horas a 40°C y probado a 23°C

Pretratamiento - Abrasión ligera y desengrase con isopropanol.



Resistencia a cortadura en función de la temperatura (ISO 4587) (valores medios característicos)

Curado: (a) = 7 días /23°C; (b) = 24 horas/23°C + 30 minutos/80°C



Resistencia al pelado (ISO 4578)

Curado 16 horas/40°C 0,21 N/mm

Ensayo a flexión (ISO 178) Curado 16h a 40°C Ensayado a 23°C

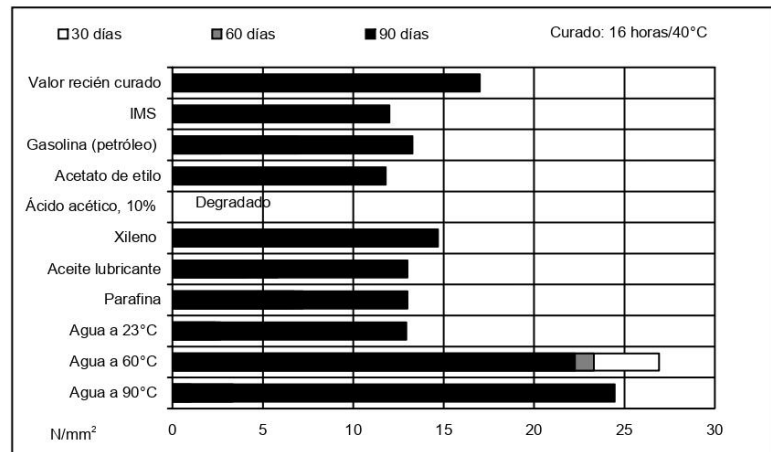
Resistencia a la flexión 74.9 MPa

Módulo de flexión 2467.9 MPa

Temperatura de transición vítrea Tg (°C) 39,5

Resistencia a cortadura en función de una inmersión en distintos medios (valores medios característicos)

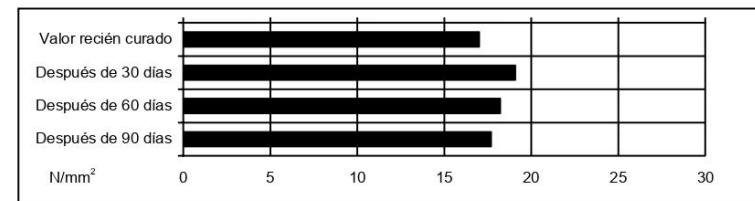
A menos que se indique lo contrario, la L.S.S. se determinó después de una inmersión durante 90 días a 23°C



Resistencia a cortadura en función de una exposición a la intemperie en un clima tropical

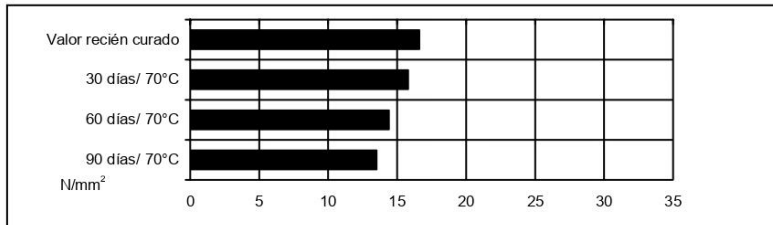
(40/92, DIN 50015; valores medios característicos)

Curado: 16 horas/40°C; Probado: a 23°C



Resistencia a cortadura en función de un envejecimiento en caliente

Curado: 16 horas/40°C



Resistencia a cortadura tras ciclo térmico

LSS tras 100 ciclos de 6 horas de duración de -30°C a 70°C 4,5N/mm²

Prueba de estabilidad cromática

Una serie de muestras de 3mm de grosor colocadas en una Cámara de Ensayo con Luz Natural durante 2 semanas sólo mostraron un ligero amarilleo al comprobarlas tanto visualmente como utilizando un Medidor de Croma Cr200 de Minolta. La prueba es equivalente a una exposición de 10 años a la intemperie.

Almacenamiento

El Araldite 2020/A y el Araldite 2020/B se pueden almacenar hasta 3 años a temperatura ambiente siempre y cuando los componentes se guarden en recipientes herméticamente cerrados. La fecha de caducidad se encuentra indicada en la etiqueta.

Precauciones de utilización

ATENCIÓN

Nuestras resinas, endurecedores y productos auxiliares pueden, generalmente, ser manipulados sin riesgo a condición de respetar ciertas precauciones que se observan en la manipulación de productos químicos. Los materiales no endurecidos no deben estar en contacto, por ejemplo, con productos alimenticios o con utensilios de cocina y deben, igualmente, tomarse medidas para impedir todo contacto de estos materiales no endurecidos con la piel, pues ello puede tener un efecto negativo sobre personas especialmente sensibles. Normalmente, es necesario llevar guantes impermeables de plástico o caucho así como utilizar una protección para los ojos. Los manipuladores deben limpiarse cuidadosamente la piel después de cada periodo de trabajo, con agua caliente y jabón. Debe evitarse la utilización de disolventes. Deberán utilizarse toallas de papel de un solo uso (no de tejido) para secarse. Se recomienda una ventilación adecuada del lugar de trabajo. Estas precauciones se hallan descritas con mayor detalle en las fichas de hojas de datos de seguridad de cada producto individual las cuales deben consultarse para una información más completa.

Huntsman Advanced Materials

Todas nuestras recomendaciones y la asistencia técnica que le ofrecemos se basan en el actual nivel de nuestros conocimientos. Cualquier utilización de nuestros productos, para fines o bajo condiciones diferentes a las que nosotros describimos o recomendamos, recae dentro del ámbito de su responsabilidad. Es de su incumbencia verificar la compatibilidad de utilización y los procesos que usted desarrolle con nuestro producto, la de respetar las buenas prácticas profesionales y la de tener en cuenta, bajo su responsabilidad, los factores específicos de su actividad. Además, le corresponde a usted respetar los derechos de la propiedad industrial de terceros. Nosotros garantizamos la calidad irrefutable de nuestros productos en el marco de nuestras condiciones generales de venta y suministro.

www.araldite.com

© 2004 Huntsman Advanced Materials (Switzerland) GmbH.
® Araldite es una marca comercial registrada de Huntsman LLC o una filial de la misma en uno o más países, pero no todos los países.

Annex 2. Fitxa tècnica Tritone extra transparent-Sintolit®

SINTOLIT - SCHEDA TECNICA

- **Cosa è :** mastice bicomponente (mastice + induritore)
- **Utilizzo :** incollaggio di pezzi di marmo e stuccatura di fenditure. Idoneo anche per pietra e ceramica.
- **Composizione :** resina poliestere e cariche minerali.
- **Data Storici :** Sintolit è stato il primo mastice poliestere per marmo nel mondo. Esso è stato inventato dal dr Silvio Bandini nel 1954. Nonostante numerosi tentativi di imitazione, Sintolit rimane il prodotto più venduto ed apprezzato, specialmente nei mercati dove l'aspetto qualitativo è particolarmente valutato.
- **Fabbricazione :** il prodotto viene controllato da tecnici specializzati in ogni fase della produzione, al fine di garantire sempre la stessa ottima qualità.
- **Caratteristiche :** Sintolit è caratterizzato da indurimento rapido ed adesione fortissima. Facilmente lucidabile. Sintolit è un mastice che : a) se conservato a temperatura ambiente, conserva inalterate le caratteristiche ben oltre il periodo di garanzia (12 mesi) ; b) non contiene solventi tossici nella formulazione ; c) è fabbricato con impianto di sottovuoto per eliminare l'aria nel composto, a garanzia di qualità e reale quantità volumetrica.
- **Colori standard:** bianco – paglierino – nero – rosso – marrone – trasparente (Sintolit è facilmente colorabile con ossidi di ferro o coloranti universali in pasta)
- **Colori extra :** per quantitativi significativi, possibilità di colori speciali
- **Modo d'uso :** pulire ed asciugare le superfici. Prelevare la quantità necessaria di prodotto e aggiungere l'induritore nella misura di un 2 – 3 %. Mescolare bene ed applicare.
- **Lavorabilità :** 3 – 5 minuti
- **Indurimento :** 30 – 60 minuti in relazione alla temperatura ambientale.
- **Suggerimenti :** attenzione a non mettere a contatto pezzi di prodotto indurito o utensili sporchi di induritore con il prodotto nel barattolo.
- **Pulizia :** mani ed oggetti possono essere puliti con alcool o acetone.
- **Stoccaggio :** Conservare il prodotto a barattolo chiuso ed in luogo fresco.
- **Garanzia :** 12 mesi
- **Temp. Applic. :** Sintolit può essere usato a temperatura da + 5°C a + 50°C
- **Temp. Esercizio:** una volta applicato correttamente, Sintolit resiste da – 5°C a + 100°C
- **Avvertenze :** contiene stirolo tenere lontano da fiamme e calore. Non respirare i vapori. Usare indumenti di protezione. Evitare il contatto con occhi e pelle. Tenere lontano dalla portata dei bambini. Leggere la scheda di sicurezza fornita da fabbricante.

Bandini srl

Annex 3. Fitxa tècnica Polièstirè

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Método	Unidad	Valor
Generales		
Densidad	g/cm ³	1,05
Resistencia a la combustión	UL estándar 94	94 HB
Mecánicas		
Módulo de flexión	MPa	1850
Resistencia a la flexión	MPa	34
Módulo de tracción	MPa	1730
Resistencia a la tracción	MPa	24
Elongación en la ruptura	%	2,9
Tensión en la ruptura	MPa	18
Dureza a la penetración de la toda	N/mm ²	80
Térmicas		
Temperatura Vicat (B 50)	°C	92
Temperatura de ablandamiento térmico (A)	°C	82
Dilatación térmica lineal	K ⁻¹ x 10 ⁻⁵	8
Temperatura de servicio - uso continuo	°C	70
Conductividad térmica	W/mK	0,16
Variación dimensional x calentamiento (4mm)	%	5
Eléctricas (especificación para el material básico)		
Resistividad volumétrica	Ω·cm	>10 ¹⁶
Resistividad superficial	Ω	>10 ¹³
Resistencia dieléctrica	KV/mm	155
Constante dieléctrica (100Hz- 1 MHz)		2,5
Factor de disipación (100Hz- 1 MHz)		>10 ⁻⁴
Resistencia al impacto		
Test Charpy con entalla labo brillo	KJ/m ²	9
Test Charpy con entalla labo mate	KJ/m ²	6

Nota: todos los datos indicados se refieren a placas de extrusión en un espesor de 4 mm.

Estos datos técnicos de nuestros productos son los valores típicos; los valores medidos en la práctica están sujetos a posibles variaciones debidas a la producción.

Nota: Los datos técnicos de nuestros productos indican los valores típicos, los valores medidos realmente están a posibles variaciones de producción.



DESCRIPCIÓN

El polièstirèno es una placa modificada de caucho que presenta una gran resistencia al impacto y es fácil de moldear y cortar a medida.

Es ideal para expositoros que necesitan una superficie fácilmente imprimible y con una amplia gama de colores.

Resulta excepcional para aplicaciones expertes que requieren un material con un aspecto brillante, limpio, y que puede entrar en contacto con alimentos.

En definitiva, garantiza un proceso sencillo y sin problemas, una alta resistencia al impacto y una excelente reutilizabilidad.

PROPIEDADES

- Gran calidad de la superficie.
- Excelente resistencia al impacto a bajas temperaturas.
- Apto para termomoldeo.
- Superficie lisa con posibilidad de escoger el acabado: mate o brillo.
- Excelente para impresión.
- Excelentes propiedades de aislamiento eléctrico.
- Apto para entrar en contacto con alimentos (versión sin UV).
- Cumple la normativa de seguridad en caso de incendio (UL estándar 94HB).

APLICACIONES

- Compartimentos de frigoríficos.
- Accesorios de baño.
- Faldones para bañeras.
- Paneles para duchas.
- Piezas moldeadas al vacío.
- Sustrato para serigrafía.
- Material publicitario en el punto de venta.
- Interiores para casas móviles y caravanas.

SUMINISTRO

Medidas estándar:
3050 X 2050
2050 X 1525

Biancos, espesores de 1 – 4mm.

Annex 4. Fitxa tècnica P.E.T.

DESCRIPCIÓN

El PET, cuyo nombre técnico es el Polietileno Tereftalato-Poliféster, es una resina que se obtiene a partir de dos materias primas derivadas del petróleo: etileno y paraxileno, los cuales una vez secos se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples de las que salen las preformas.

La fabricación de PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico, logrando un alto nivel de calidad y una diversificación en sus empleos.

Es un material caracterizado por su gran ligereza y resistencia mecánica a la compresión y a las caldas, así como por su alto grado de transparencia y brillo.

Perfecto para el envasado de alimentos, conserva el sabor y aroma de los mismos.

Gracias a su composición, se trata de un polímero con un buen funcionamiento al fuego, gran resistencia a los agentes químicos e impactos ambientales que, además, actúa como barrera contra los gases y es reciclable 100%.

PROPIEDADES


- Excelente transparencia y brillo
- Alta resistencia al impacto y a la rotura
- Gran resistencia a los productos químicos y al desgaste
- Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes
- Termoplástico, no requiere secado previo
- Excelente resistencia al fuego, baja generación de humo no tóxico
- Reciclable, respetuoso con el medio ambiente, totalmente combustible, sin emisión de sustancias tóxicas que contaminen en los vertederos
- Reduce la transmisión de ruido

SUMINISTRO

COLOR	MEDIDA (mm.)	ESPESOR (mm.)
Incobro	2050 x 1525	De 0,5, 0,7 y 1
	3050 x 2050	
Blanco opal	2050 x 1525	De 1,1 a 3
	3050 x 2050	1
Antiflex	2050 x 1250	1

APLICACIONES

- Agristalamientos
- Señales y letreros
- Protección de maquinaria
- Artículos de uso alimentario y sanitario
- Iluminación
- Máquinas expendedoras y recreativas
- Displays y demás elementos de publicidad
- Mobiliario urbano
- Componentes de construcción



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Método	Unidad	Valor
Físicas		
ISO 1183	g/cm ³	1,34
Ópticas		
ASTM D-1003	%	89
ASTM D-542		1,576
Mecánicas		
Resistencia a tracción hasta deformación	MPa	59
Resistencia a tracción hasta rotura	MPa	No rompe
Alargamiento hasta rotura	%	No rompe
ISO 527		2420
Módulo de elasticidad en tracción	MPa	86
ISO 178		(*)
Resistencia a la flexión	MPa	86
ISO 178		(*)
Resistencia al impacto Charpy con entalla	KJ/m ²	No rompe
Resistencia al impacto Charpy	KJ/m ²	(*)111
ISO 179		117
Dureza Rockwell escala MP	MPa	
ISO 2039		
Térmicas		
Tem. líq. de utilización en continuo	°C	60
Tem. reblandecimiento VICAT (0N)	°C	79
Tem. reblandecimiento VICAT (50N)	°C	75
Tem. reblandecimiento HDT A (1,8klpa)	°C	69
Tem. reblandecimiento HDT B (0,45klpa)	°C	73
Coefficiente de expansión lineal	x 10 ⁻⁶ /°C	<6

Estos datos corresponden a valores de la materia prima (*) No aplicable

RESISTENCIA QUÍMICA

	Satisfactorio	Regular	Insatisfactorio
Acetate Mineral	X		
Acetate Vegetal	X		
Acetona	X		X
Acido Acético	X		
Aguá	X		
Aguarás	X		
Amoníaco	X		X
Desinfectantes	X		
Etanol	X		
Gasolina	X		
Glicerina	X		
Metanol	X		X
Tolueno	X		



Annex 5. Fitxa tècnica P.E.T.G

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Método	Unidad	Valor
General				
Densidad		D1505	g/cm ³	1,27
Dureza Rockwell		D-785	Escala R	105
Ópticas				
Transmisión de luz		5036	%	88
Índice de refracción		53491	%	1,57
Turbidez		D1003	%	<1
Mecánicas				
Módulo de flexión		53452	MPa	2075
Resistencia a la flexión		53452	MPa	70
Módulo de tracción		53455	MPa	2200
Resistencia a la tracción		53455	MPa	50
Elongación		53455	%	54
Térmicas				
Temperatura Vicat (B)		53460	°C	82
Temperatura de flexión bajo carga(A/B)		53461	°C	72/88
Calor específico		D-2766	J/gK	1,1
Coefficiente de expansión térmica (lineal)		53752	K ⁻¹ ·10 ⁻⁵	6,8
Conductividad térmica		52812	W/mK	0,20
Temperatura de degradación			°C	>280
Temperatura máx. de servicio			°C	70
Rango de temp. de moldeo de la placa			°C	120-160
Resistencia al Impacto				
Izod (con entalla)		ISO 180	kJ/m ²	11,5
Charpy (con entalla)		53453	kJ/m ²	10
Charpy (sin entalla)		53453	kJ/m ²	NB
Eléctricas				
Constante dieléctrica 100 Hz		IEC 250		2,6
Resistividad volumétrica		D257	Ω·cm	>10 ¹⁵
Resistividad superficial		D157	Ω	>10 ¹⁴
Rigidez dieléctrica		D149	kV/mm	16
Factor de disipación (50 Hz)		IEC 250		0,01

Nota: los datos técnicos de nuestros productos indican los valores típicos los valores medidos realmente están sujetos a posibles variaciones de producción.


DESCRIPCIÓN

El Petg son placas de copoliéster de polietileno tereftalato glicol de extrusión.

Se trata de un material rígido y transparente que ofrece muchas soluciones para aplicaciones de interior.

Debido a su facilidad para el moldeo a temperaturas bajas (que suele ser de 120°C), y a que no se cristaliza (evitando así que pueda romperse con la carga), brinda grandes ventajas a sus aplicaciones y un gran ahorro de tiempo y coste a la hora de transformarlo. Su dureza y su resistencia al impacto no pierden calidad con el termomoldeoado, pudiendo transformarlo en complejas formas y figuras.

Gracias a que permite utilizar placas de menos calibre que con otros materiales y a que no necesita secado antes de su uso, se reducen considerablemente los costes del proceso y el tiempo empleado, resultando ideal para diseñadores y manipuladores.

PROPIEDADES

- Buenas propiedades ópticas.
- Superficie brillante.
- Fácil de manipular.
- Su mayor ventaja respecto a otros materiales plásticos es el moldeo en vacío.
- Excepcionales prestaciones a bajas temperaturas.
- Muy buena resistencia a agentes químicos.
- Excelentes propiedades de resistencia al impacto.
- Baja absorción de agua.
- Fácil reciclaje.
- Cumple con la legislación vigente para contacto con alimentos.

APLICACIONES

- Marquestras para paradas de autobús.
- Enmarcaciones.
- Protecciones de maquinaria.
- Embalajes de aparatos médicos.
- Rotulos y señales para exterior.
- Equipos para frigoríficos y cámaras de frío.
- Cascos de seguridad para bicicletas.
- Envases para alimentos.
- Lentes.
- Artes gráficas.
- Controladores de iluminación para zonas peligrosas.
- Parabrisas para motocicletas.

SUMINISTRO

Medidas estándar:

- 3050 x 2050
- 2050 x 1525
- 2050 x 1250

Incoloro, espesores de 0,8 – 10 mm.

Annex 6. Fitxa tècnica Lascaux Aquacryl™



Lascaux Aquacryl™



Lascaux Aquacryl are yielding watercolours of artists' quality that combine two worlds: they perform as an acrylic paint, yet are as transparent and light as watercolours. Lascaux Aquacryl is a state-of-the-art formulation of the classic watercolour; suitable not only for traditional watercolour technique but also for luminous glazes on large formats. Lascaux Aquacryl comes in a well-composed assortment of 24 colours.

Properties

- highly pigmented
- lightfast, non-ageing and non-yellowing
- extremely concentrated and high-yielding
- transparent and luminous
- easily soluble when dry
- results in a matt finish

Usage

- suitable for art and decoration
- used for diverse painting techniques
- ideal for murals, particularly glazes

Applications

Lascaux Aquacryl can be applied directly or diluted, not only on water colour paper but on virtually any firm, porous surface with the use of brush, airbrush and a variety of other painting tools. No matter what the concentration, it dries to a velvety matt finish, durably preserving the richness and intensity of colour. Thin

applications dry in such a manner that they can be over-painted without dissolving previously applied layers. Conversely, thickly applied layers can be dissolved to produce washes.

Priming:

Lascaux Gesso is recommended as a primer. To achieve a fine-grained texture, Lascaux Structura is especially suitable.

Mixing:

Hues can be modified by using Aquacryl Medium Matt. Because this medium is based on the same binder as Lascaux Aquacryl, the modified colours remain water soluble. By mixing with acrylic mediums, the paints become waterproof. Lascaux Aquacryl can be used in combination with acrylic paints as a mixed technique.

Varnishing:

Works are permanently protected with Lascaux Fixativ without causing any essential change to their character.

Composition

Lascaux Aquacryl consists of fine, pure, lightfast pigments and a water soluble age-resistant acrylic resin.

Delivery form

85 ml, 250 ml and 500 ml bottles

Detailed information sheets and a service are available for further information on use and applications.



Lascaux Aquacryl™

 810 Lemon yellow PY3	 811 Lascaux yellow PY74	 812 Permanent yellow PY110	 820 Permanent orange PY83 PR9	 821 Permanent red PR9
 822 Permanent carmine PR170	 830 Permanent magenta PR122	 831 Permanent purple PR122 PV23	 832 Lascaux violet PV23	 840 Ultramarine blue PB29
 841 Permanent blue PB15	 842 Azure blue PB15:3	 843 Turquoise blue PB15:3 PG7	 850 Lascaux green PG7	 851 Lascaux yellow green PG36
 860 Transoxide olive PY42 PR101 PBk7	 861 Transoxide yellow PY42	 862 Transoxide orange PY42 PR101	 863 Transoxide red PR101	 864 Transoxide sepia PR101 PR170 PBk7
 865 Transoxide maroon PR101 PR122 PBk7	 870 Antracite black PBk7	 871 Permanent black PBk7	 880 Titanium white PW6	

excellent lightfastness

**
very good lightfastness

□
transparent

Conforms to the European Safety Norm EN71-3 CE
USA – conforms to ASTM D-4236

The brilliance of the Lascaux Aquacryl colours does not reproduce well in this printing method.

Your retailer

Disclaimer:
The information provided above is given to the best of our knowledge and is based on our current research and experience. It does not absolve the artist from the responsibility of first testing the suitability of our products for the substrate and specific use conditions he or she has in mind. This technical sheet will become invalid with any revised edition. The latest update is always found on our website.

 **swiss made**

Lascaux Colours & Restauro, Barbara Diethelm AG, Zürichstrasse 42, CH-8306 Brüttisellen
Tel. +41 44 807 41 41, Fax +41 44 807 41 40, info@lascaux.ch, www.lascaux.ch

5100302 – 06.17