

# Sostenibilitat aplicada als materials auxiliars de tècniques de recuperació de béns arqueològics.

Alternatives sostenibles per a tècniques d'extracció, trasllat i embalatge.

***Sustainability Applied to Auxiliary Materials for Archaeological Artefacts' Recovery Techniques. Sustainable Choices for Extraction, Transfer, and Packaging Techniques.***

**Selene Fernández Sanlés**

selesanles@gmail.com

Titulada superior en Conservació i Restauració de Béns Culturals en l'especialitat de Béns Arqueològics per la ESCRBC.

Post Graduate Degree in Preservation and Restoration of Cultural Heritage specialising in Archaeological Artefacts at the ESCRBC.

El present article se centra a divulgar la importància d'implementar i complementar el desenvolupament sostenible amb la conservació i restauració de béns culturals. El concepte d'ecodesenvolupament és una via emergent en la investigació multidisciplinària i neix de la necessitat de combatre l'emergència climàtica entre tots els col·lectius i individus.

La investigació se centra en la possibilitat d'idear alternatives sostenibles als materials auxiliars utilitzats actualment per a les tècniques de recuperació de béns arqueològics, així com en el seu posterior embalatge i transport, reduint o suprimint l'ús de plàstics procedents d'energies no renovables.

**Paraules clau:** Restauració, sostenibilitat, tècniques de recuperació, arqueologia, plàstics.

*This article focuses on disseminating the importance of implementing and complementing sustainable development in the preservation and restoration of cultural heritage. The concept of eco-development is an emerging practice in multidisciplinary research and arises from the need for all groups and individuals to combat the climate emergency.*

*This research focuses on the opportunity to devise sustainable alternatives to the auxiliary materials currently used in the recovery techniques employed on archaeological artefacts, as well as their subsequent packing and transport, reducing or eliminating the use of plastics from non-renewable energies.*

**Keywords:** Restoration, sustainability, recovery techniques, archaeology, plastics.



[PORTADA] Biopolímer MycoFlex® foam de característiques similars al foam tradicional, però fet a partir de fongs (Fotografia: Ecovative Design® a <<https://www.instagram.com/p/BSQyGmlg8aG/>> [Consulta: 9 octubre 2021]).

## INTRODUCCIÓ<sup>1</sup>

El codi deontològic dels professionals de la conservació i restauració promou cada cop amb major afany la conservació preventiva. És una filosofia que fonamentalment comparteix els mateixos valors que la sostenibilitat ambiental, ja que ambdues disciplines actuen sobre el medi en el qual ens trobem. La conservació preventiva hauria de ser també ambiental, ja que alguns dels majors agents de deteriorament són per causes antròpiques, bon exemple d'això és la contaminació. De manera que la conservació i restauració no s'ha de centrar només en mètodes pal·liatius, com regular els canvis bruscos de temperatura i d'humitat relativa, mètodes d'aïllament, conservació curativa, sinó també en mètodes d'acció directa, a través d'intervencions més sostenibles. Aquest article resumeix un treball de recerca de fi de grau que pretén reduir la petjada ambiental generada per aquesta professió, centrant-se a minimitzar o eliminar l'ús de plàstics en les tècniques de recuperació de béns arqueològics i el seu posterior trasllat.

## TÈCNiques DE RECUPERACIÓ D'OBJECTES ARQUEOLÒGICS

Els anomenats "primers auxilis" són totes aquelles accions que duu a terme el restaurador al llarg d'una excavació en un jaciment; aquestes accions s'han de realitzar in situ perquè el mateix objecte ho demanda per a la seva adequada conservació i estudi.

Prèviament, es duu a terme la fase d'estudi del sòl, dels objectes, dels agents de deteriorament i de les

seves variables. L'excavació no només pot trencar les condicions de preservació dels materials (a causa que es trenca l'equilibri que havia assolit amb el medi), sinó que a més pot reactivar alguns agents o mecanismes de deteriorament que es trobaven passivats al subsol (o medi subaquàtic).

La primera de les accions sostenibles es troba en aquesta fase exhaustiva d'estudi. Sospesar les condicions ambientals del lloc arqueològic segons la seva localització geogràfica és condició sine qua non per a una estratègia ecològica. Això es deu al fet que segons el clima (mediterrani, sec, tropical, polar...) i les condicions del lloc arqueològic (temperatura, humitat relativa, etc.), els materials i les tècniques que s'utilitzin poden distar molt; i l'estoc de capital natural és diferent en cada zona geogràfica. Per tant, la primera acció és adaptar-se a les circumstàncies del medi i als seus estocs (natural, humà i social) contemplant i valorant els avantatges i/o desavantatges que pugui comportar. Sobretot, aprofitar les prestacions o oportunitats que ens ofereixen les condicions específiques del jaciment arqueològic.

Les tècniques de recuperació de materials arqueològics més comunament utilitzades són les següents:

- L'ús de consolidants.
- Engassats amb benes i productes fixatius.
- Engassats amb benes de guix.
- Llits rígids o extracció en bloc.

<sup>1</sup> Aquest article ha estat traduït de l'original en castellà per Olga Martínez Lluch, alumna de tercer curs de l'especialitat de Conservació i Restauració d'Escultura de l'ESCRBCC.

- Film de polietilè i cinta de reforç.
- Combinació de diversos mètodes de pre-consolidació i extracció.

Els productes o materials **consolidants** utilitzats sovint (Paraloid® B72, HMG®, APV, PEG®...) estan contraindicats perquè canvien el comportament hídic i gasós de les peces, són incompatibles, no són del tot reversibles, presenten una major toxicitat i, a més a més, el seu component bàsic són resines sintètiques i/o cautxús.

Respecte als **embalatges**, els materials auxiliars que s'utilitzen fins ara són sobretot plàstics: envasos de polipropilè, envasos de polietilè, bosses de polietilè amb tancament de seguretat, escuma, fulls i flocs de polietilè, teixits de polièster, teixit Mylar® i similars, buata de cotó o polièster, Ethafoam® i fulls de polietilè amb bombolles.

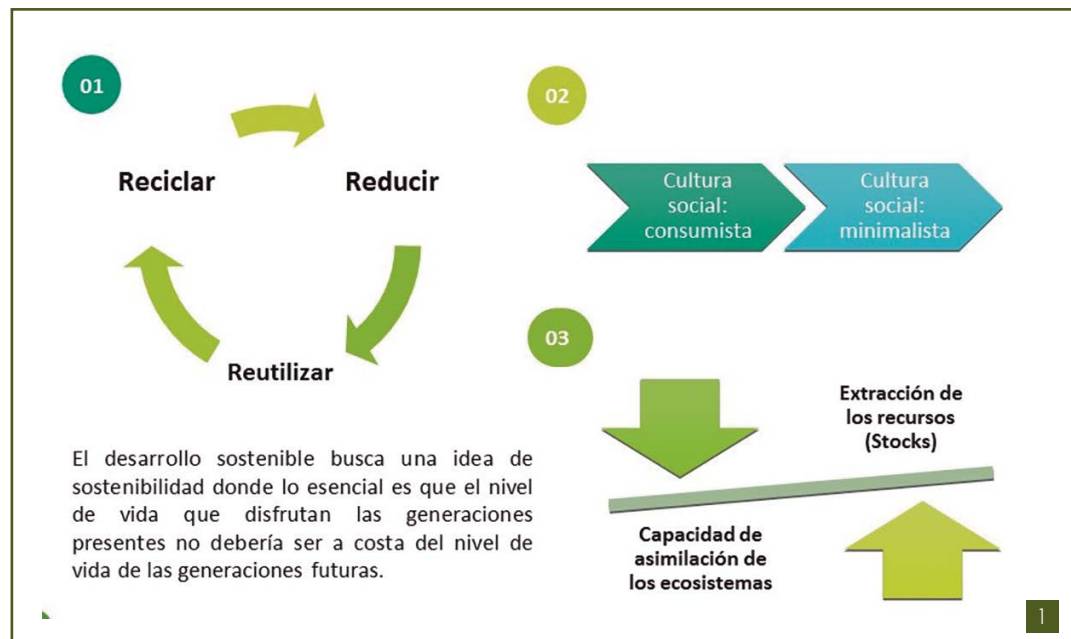
S'ha de conèixer amb anticipació quins objectes requereixen embalatges fixos (per a aquells que estan destinats a romandre en els dipòsits) i, d'altra banda, quins objectes requeriran embalatges provisionals (per necessitats de servei, transport, etc.); és important en tant que tindran prioritats unes propietats sobre altres (degradabilitat, compostabilitat, fàcil reciclatge, llarga vida útil o que es puguin reutilitzar). Això vol dir que, si l'embalatge és provisional, es poden utilitzar materials compostables o degradables que tinguin unes propietats

fisicoquímiques aptes, però si es tracta d'un objecte arqueològic que romandrà un temps considerable en els dipòsits d'institucions o museus, una alternativa més inert són les bosses de silicona. Tot això ho veurem en els següents apartats.

A la fi, podem apreciar que estem afegint plàstic per dins i per fora de la peça o objecte arqueològic; consolidem amb resines plàstiques i embolquem i emmagatzemem en contenidors de plàstic. Això resulta curiós en tant que els objectes arqueològics han sobreviscut centenars o milers d'anys en el planeta que habitem, i el plàstic només es coneix des del segle XIX. En un període de temps relativament curt ja hem generat una dependència absoluta d'aquesta resina no renovable.

### PRINCIPIS BÀSICS DEL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE

Sense entrar detalladament dins la història i l'evolució del concepte de desenvolupament sostenible, en el següent apartat s'exposa què implica. Per a això, s'ha fet un recull de les idees principals que recullen diversos estudis i les he unificat en aquest primer gràfic. Idees, el discurs fonamental de les quals, és el d'una societat que garanteixi les necessitats del present sense comprometre la capacitat de les futures generacions per satisfer les seves. S'ha d'entendre el desenvolupament sostenible com una disciplina estructural i intergeneracional. [1]



[1] Esquema dels principis bàsics del desenvolupament sostenible (Imatge: S. Sanlés).

En primer lloc, integrar les tres R bàsiques de l'ecologisme i d'un bon sistema de gestió de residus sobre el qual es basa l'economia circular.

En segon lloc, passar d'una cultura social basada en el consumisme a una cultura social basada en el minimalisme, reducció del consum.

I en tercer, i últim lloc, cal ressaltar la importància d'una extracció i assignació eficient dels recursos, per a això s'han de valorar els indicadors de la ecocapacitat, entesa com la capacitat d'assimilació dels ecosistemes, i la taxa de renovació o regeneració. La capacitat de sustentació dels quatre sistemes biològics variarà en funció de les seves dimensions. Per tant, això posa de manifest que alguns països hauran de tenir major implicació i responsabilitats clarament diferenciades per a no augmentar la gran bretxa de la pobresa.

És complex aconseguir una gran sostenibilitat en un país, ja que no es tracta només de reciclar, del plàstic en els oceans, dels components tòxics, de la contaminació, de l'explotació de les terres, dels mètodes de la indústria làctia, càrnia o pesquera; sinó que aprofundeix en temes tan difícils com són la pobresa, la diferenciació de classes, la desigualtat, la crisi dels recursos no renovables, la regeneració del sòl, dels recursos renovables, l'estoc de capital natural, el capitalisme i el consumisme. El discurs

de sostenibilitat manté uns principis tant antropogènics com biocèntrics. La sostenibilitat és estructural i ha de veure's com un enfocament interdisciplinari.

### **Moviment *green conservation***

Des del punt de vista toxicològic, els conservadors i restauradors estan exposats sovint a complexes mesclades de dissolvents, biocides i altres substàncies químiques que comporten serioses conseqüències per a la salut i el medi ambient, a més que poden induir a la dispersió de químics a l'entorn. El moviment *green conservation* neix de la voluntat inicial de reduir la toxicitat dels productes utilitzats i, per a això, s'han dut a terme i estan en curs recerques científiques amb nous sistemes, productes naturals, tecnologies eficients...

Existeixen fins avui, estudis d'eco-compatibilitat per a:

- **Neteges:** emprant aigua de cantalup, microemulsions, bio-neteges amb microorganismes, organismes invertebrats marins, saponines, líquids iònics, làser, gels, micelles i solucions, ECO 83, Ecosorboil Antique® i etanol 70% i vapor i hidròxid de calci (calç apagada sobre calcària) per a la neteja de material petri...

- **Consolidacions:** es presenten intervencions amb consolidants amb base de fosfat (HAP), nanotecnologies, bioconsolidació amb microorganismes capaços de



[2] Accions sostenibles aplicades a la professió de conservador-restaurador (imatge: S. Sanlés).

<sup>2</sup> VOC: Sigles en anglès de *volatile organic compounds*, és a dir, compostos orgànics volàtils.

<sup>3</sup> PLA: Sigles en anglès de *polylactic acid*, és a dir, àcid polilàctic o poliàcid làctic.

produir compostos "consolidants", desacidificació de documents mitjançant nanotecnologia...

- **Biocides:** amb diferents espècies de microorganismes, solució 70:30 d'etanol i aigua...

Tots aquests estudis estan enfocats a reduir la toxicitat, fomentar la consciència o brindar propostes per al canvi. No obstant això, en aquesta recerca les alternatives que més endavant s'exposen no estan dirigides a reduir la toxicitat per al restaurador (encara que sí de manera indirecta) sinó de minorar l'impacte sobre el mitjà, reduint l'ús de plàstics. Equiparant en la mateixa importància la salut del restaurador i la salut del medi ambient.

### ACCIONS SOSTENIBLES

Per a integrar la sostenibilitat en el nostre treball com a conservadors i restauradors, el primer i fonamental és incloure un pla de gestió, on es conciliïn les següents accions sostenibles (totes íntimament relacionades), juntament amb el projecte d'excavació o projecte d'intervenció que es dugui a terme. <sup>2</sup>

Aquestes accions consisteixen en:

- Tenir un pla de gestió de residus dins del projecte, per a saber com i on es rebutgen tots i cadascun dels materials que utilitzem, així com saber si són reutilitzables o no. Per a això necessitem tenir unes certes nocions sobre el reciclatge i la naturalesa dels materials.
- Coneixement de l'estoc de capital natural del país o zona geogràfica on ens trobem i les condicions ambientals del lloc, per poder usar-les a favor nostre.
- Implementar l'economia circular (model de producció i consum) dels productes en la mesura que sigui possible; això va molt relacionat amb el primer punt.
- Enfocament interdisciplinari i estructural. Tots els professionals han de col·laborar, i promoure la bona execució del pla de projecte de restauració o excavació sostenible, es tracta, per tant, d'una responsabilitat individual i també col·lectiva.

Presentades aquestes primeres bases sobre com gestionar un projecte de manera sostenible, seguidament es descriuen algunes alternatives als materials auxiliars emprats en les tècniques de recuperació d'objectes arqueològics i en el seu embalatge.

En el cas de les tècniques de recuperació d'objectes arqueològics, són diverses les alternatives que s'han valorat.

### SEGONS LA TÈCNICA D'EXTRACCIÓ

• **Extraccions directes.** Són totes aquelles extraccions en el jaciment que no requereixen d'una tècnica específica.

L'usual és que, en extreure-les, es dipositen els objectes degudament etiquetats en bosses de polietilè amb perforacions.

Alternatives:

- Bosses de silicona amb tancament zip. Es poden perforar, són reutilitzables, inerts, transparents, antiadherents i la superfície no porosa ajuda a inhibir el creixement bacterià. La silicona no és biodegradable, però no desprèn tòxics al medi ambient en la seva descomposició (recordem que els plàstics desprenen dioxines). I, una vegada la vida útil d'aquestes arribi a la seva fi, s'han de portar a un punt de reciclatge, on es reincorporen a la cadena de producció (economia circular). El desavantatge més gran és que suposa un major cost inicial.
- Sobres de paper lliure d'àcid amb reserva de pH lleugerament alcalina. Aquesta és una opció menys costosa i el paper és biodegradable, ja que prové d'ús d'energies renovables. Així i tot, la seva vida útil és reduïda i no és aplicable a tots els objectes arqueològics.
- Bosses biodegradables de midons. Són degradables en paràmetres de descomposició concrets, però no suporten molt pes.
- Caixes de fusta lliure de VOC<sup>2</sup> juntament amb la terra o sòl del mateix substrat del jaciment, que farà d'amortidor durant el transport. Aquesta opció és idònia per a l'objecte arqueològic, en tant que la terra d'excavació té uns paràmetres concrets, i els objectes aconsegueixen un equilibri d'enterrament amb aquests paràmetres (sòls àcids, alcalins, desèrtics, àrtics...) així es fa més gradual l'acte traumàtic de canvi d'ambient i de condicions per a la peça. Les caixes poden ser també de vidre, que és inert, però el seu maneig requereix un extra de precaució; o bé de bioplàstics rígids (la major part d'ells elaborats amb PLA,<sup>3</sup> que ha de reciclar-se en un punt verd). Alguns dels distribuïdors de bioplàstics són Nature Plast®, Gema Bio® o MD Bioplastics®.

• **Tècniques d'engassat.** S'utilitza per aportar una consolidació temporal a les peces que no puguin ser extretes sense que es posi en risc la seva integritat. Es fa un engassat mitjançant successives capes de benes o elements de reforç, juntament amb consolidants o fixatius. <sup>[3]</sup>

Habitualment s'utilitzen tires de benes hidròfiles, espàtules de fusta i Paraloid® B72 al 20% en acetona o metacrilat d'etil al 10% o 20% en dissolució orgànica.

Alternatives:

- Coles cel·lulòsiques com el Klucel® G.
- Engruts de midons o tiloses (utilitzats en restauració de document gràfic). Els avantatges de les coles cel·lulòsiques o de l'engrut és que són completament reversibles i solubles en aigua. Això suposa que, si prèviament ho hem tingut en compte en el pla de gestió de residus, es pot valorar si a l'hora de remoure l'engassat, en el cas que en porti un, les gases es poden netejar en successius banys d'aigua, siguin de cotó, jute o de bambú, per a allargar la seva vida útil.
- Coles vegetals o parafines ecològiques (d'arròs o de soia). En el cas de les parafines ecològiques (ceres vegetals), s'ha de valorar detingudament la seva

viabilitat en cada cas, ja que podrien tancar el porus de l'objecte arqueològic i seria extremadament difícil d'eliminar; en tot cas, dependrà de la peça i de les circumstàncies.

S'ha de procurar que l'adhesiu mai estigui en contacte directe amb l'objecte arqueològic, sinó que es faci ús d'un separador i fer un entramat tipus sandvitx. Posteriorment, traslladar la peça al laboratori de restauració per a la seva estabilització i remoure les restes de l'excavació. Els separadors poden ser:

- Paper japonès de diferents gramatges.
- Teixits de bambú i malles de jute. Els teixits de bambú són més resistents que els de cotó; a més, la producció de cotó està desgastant les terres, mentre que el bambú té un creixement més ràpid i el seu cultiu requereix menys aigua i pesticides que el cotó.
- Cinta adhesiva de pH neutre de paper.
- **Engassat amb benes de reforç rígides.** Aquest procés consisteix, en primer lloc, a protegir la peça i, en segon lloc, a aportar rigidesa al conjunt per poder extreure l'objecte; normalment, són objectes arqueològics de grandària mitjana o gran.



[3] Esquema de les idees que es proposen per a les tècniques d'engassat i productes "consolidants" (imatge: S. Sanlés).



Alternatives:

- Fang ceràmic o fang de modelar.

- Tova, argila i el mateix substrat del jaciment. Aquesta mesura es pot realitzar sempre que el substrat del jaciment permeti fer una massa consistent, propietats que no ens trobem en tots els sòls.

Tant en el cas del fang ceràmic com en el de la massa de tova, l'aplicació del mètode és similar a la tradicional amb benes de guix. Es xopen les benes hidròfiles en la mescla i, després, per a donar-li resistència al conjunt, se li afegeix la mescla de tova prèviament preparada generant una capa d'uns mil·límetres de gruix; si això no fos suficient, perquè l'objecte arqueològic té unes mesures i un pes elevats, es pot fer un reforç amb una malla de jute (procés similar al dels blocs de sistemes constructius de tova).

Els avantatges que presenten l'argila i la tova, és que es poden tornar a utilitzar (en el taller, humitejant la pasta amb aigua i estirant de les benes, és més fàcil de retirar que les benes de guix i recuperariem les benes utilitzades), a més l'argila no sols no contamina, sinó que actualment s'estan duent a terme estudis que investiguen les propietats de l'argila per a remoure els contaminants de l'aigua. El contratemps més gran que presenten és el temps d'assecatge, ja que és superior al del guix.

- Paper maixé. És una massa consistent feta a partir de paper i aigua amb la qual fins i tot s'han creat escultures i estructures. Aquesta mesura podria funcionar si s'aplica un gruix considerable, depenent de la grandària i el pes de l'objecte arqueològic.

En un pla de gestió de residus, tant si el mètode d'extracció emprava un material o un altre (guix, argila, tova, paper maixé, etc.) s'ha de tenir en compte la seva naturalesa i dipositar-ho, si és necessari, en abocadors específics o punts verds de reciclatge, amb la finalitat d'afavorir l'economia circular.

• **Extracció en bloc mitjançant motlle.** Aquesta tècnica consisteix a excavar al voltant de la peça fins a delimitar-la totalment. S'excava fins on el negatiu ho permeti, és a dir, sense alterar-lo ni trencar les seves parets i així poder desenganxar amb major facilitat el conjunt.

Habitualment s'empra poliuretà expandit per a aquesta tècnica. Encara està en vies de recerca un material similar

[4] Aïllament tèrmic de cel·lulosa (Fotografia: EcoGreenHome® a <https://ecogreenhome.es/productos/celulosa/> [Consulta: 9 octubre 2021]).

Habitualment s'utilitza film de polietilè, precintadores convencionals i benes de guix.

Alternatives:

**Per a la protecció de la peça**

- Films de silicona. Són reutilitzables i fàcils de netejar; el principal inconvenient és que, de moment, la seva aplicació només està estesa per a ús domèstic, per tant, les seves mesures són reduïdes.

- Films biodegradables i/o compostables. Fets a partir de bioplàstics, midons, canya de sucre, àcid polilàctic, etc.

S'embolica la peça amb algun d'aquests productes, com a sistema de protecció, i es segella, si és necessari, amb cinta adhesiva de paper japonès de pH neutre.

**Per donar rigidesa al conjunt**

El guix és reciclable, però no és inert, ja que pot contaminar les aigües superficials o subterrànies; per aquest motiu és tractat en abocadors específics. A més, el guix és un material molt dur, això ens condiciona a posteriori en el taller, ja que dificulta la seva eliminació.



a una escuma que s'expandeixi sense comprimir i sigui ecològica. Algunes de les solucions que aquí proposo provenen de nous sistemes constructius o utilitzats en el món de l'automòbil.

- Algun dels sistemes que utilitzen en construcció són: aïllaments de fibra de fusta o de cel·lulosa, que són ecològics i no tòxics, però en tots dos casos es necessita un aplicador de bufat o projectat. [4](#) i [5](#)

- Existeixen també en el mercat alguns poliuretans a base de soia que redueixen en gran manera la dependència del petroli, ja que tenen un alt percentatge de contingut biològic i redueix de mitjana uns 5,10 kg de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera respecte al poliuretà convencional. Un dels productes és el Biobased® 1701 i un altre és el Heatlook Soy® 200 Plus d'Eco Spray Foam Insulation. [6](#)

#### PER AL TRANSPORT I EMBALATGE DELS OBJECTES ARQUEOLÒGICS

És una àrea on actualment està més estesa la idea de sostenibilitat, enfocada a eliminar plàstics dels embalatges i, gràcies a això, trobem diverses opcions en el mercat. Cal tenir en compte que algunes de les



5



6

[5] Aïllament tèrmic amb fibra de fusta (Fotografia: EcoGreenHome® a <https://ecogreenhome.es/productos/fibra-de-madera/> [Consulta: 9 octubre 2021]).

[6] Poliuretà a base de soia, Heatlok Soy® (Fotografia: Eco Spray Foam Insulation a <https://www.flickr.com/photos/28671840@N07/2676584481/> [Consulta: 9 octubre 2021]).

**Sostenibilitat aplicada als materials auxiliars de tècniques de recuperació de béns arqueològics. Alternatives sostenibles per a tècniques d'extracció, trasllat i embalatge.**

SELENE FERNÁNDEZ SANLÉS

mesures sostenibles d'embalatges són biodegradables, per la qual cosa poden tenir data de venciment, i això seria contraindicat per a un objecte arqueològic que estigui destinat a romandre en el dipòsit d'un museu durant un llarg període de temps. A raó d'això, s'ha de tenir un pla on s'exposi què serà dels objectes arqueològics una vegada siguin extrets del jaciment.

Els embalatges utilitzats habitualment per al transport dels objectes arqueològics des del jaciment al laboratori són, en la seva majoria, derivats de petroli. Tots ells generen tal quantitat de residus que cap sistema de gestió de residus podria reduir el seu impacte; per això, l'única opció és aplicar les mesures sostenibles de les 3R (reduir, reutilitzar i reciclar), l'economia circular i les alternatives ecològiques.

- En primer lloc, com a alternativa als xips de farciment de poliestirè expandit (poliespan), existeixen uns xips de farciment d'origen vegetal que es fabriquen amb midó a base de fècula de patata; aquest producte/material és biobasat, biodegradable i compostable, a més de ser fàcilment soluble en aigua. Algunes de les marques que disposen d'aquest producte són: EcoFlo® de GreenLight Packaging (UK), Storopack amb el producte Pelaspan® Bio (Espanya) i Oimo® (Espanya) encara estan desenvolupant els seus productes com el Oimo Foam®. 7 i 8



7

[7] Material encoixinat de xips d'embalatge, Pelaspan®Bio (Fotografia: Storopack a <<https://www.storopack.es/productos/embalaje-protector-flexible/chips-de-embalaje-renaturer/>> [Consulta: 9 octubre 2021]).

[8] Xips d'embalatge de Palespan®Bio, abocats en un test per a la demostració de degradabilitat en aigua i compostabilitat en terra (Fotografia: S. Sanlés).



8

- Com a alternativa a les planxes de *foam* de polietilè expandit, es podria valorar la possibilitat de fer-los amb els mateixos materials que els anteriors, però en planxes. Les necessitats serien les de donar amb un producte biobasat, inert amb els objectes arqueològics (que no desprengui VOC's), no contaminant en el seu procés de fabricació i que la seva presentació sigui en planxes amortidores per poder mantenir els objectes immòbils.

Existeix una emergent empresa que treballa amb fongs i elabora, entre molts altres productes, envasos a partir de la fosa del miceli del fong; l'empresa es denomina Ecovative Design® i compta amb diferents seus. Aquest producte s'elabora tan sols amb cànem i miceli, és tèrmicament aïllant, resistent a l'aigua, lliure de VOC i lliure d'aldehids. <sup>[9] - [11]</sup>



9

- L'empresa, GreenLight Packaging, disposa del producte GreenLight Bio® que, en tenir una estructura amb aire a l'interior en forma reticulada, és idoni per substituir el film alveolar de polietilè que s'utilitza per embolicar les peces. <sup>[12]</sup>



10

- Com a alternativa als embalatges de film de plàstic, tenim el film de silicona o bé el film biodegradable.

- En el cas de les caixes per al transport, es poden usar caixes de cartó o de fusta de pH neutre i lliure de VOC o bé contenidors de bioplàstic, com els que es fan a partir de canya de sucre o PLA. En el portafolis de Nature Plast® tenen bioplàstics fets fins i tot a partir d'ossos d'olives, cafè, petxines de mar, combinació de plàstic tradicional amb bioplàstic, etc. I aquests solen ser inerts, ja que estan pensats per a la indústria alimentària. <sup>[13]</sup>



11

[9] MycoFlex™ *foam* fet a partir de fongs (Fotografia: Ecovative Design® a <<https://www.instagram.com/p/Bu-E0IopHZN6/>> [Consulta: 9 octubre 2021]).

[10] Estructures d'embalatge fetes de cànem i miceli de fongs, Mushroom® Packaging (Fotografia: Ecovative Design® a <<https://mushroompackaging.com/>> [Consulta: 9 octubre 2021]).

[11] Macroestructura de procés de fosa del miceli (Fotografia: Ecovative Design® a <<https://ecovatedesign.com/ourfoundry/>> [Consulta: 9 octubre 2021]).

**Sostenibilitat aplicada als materials auxiliars de tècniques de recuperació de béns arqueològics. Alternatives sostenibles per a tècniques d'extracció, trasllat i embalatge.**

SELENE FERNÁNDEZ SANLÉS



12



13

[12] Quilted Film Configurations, film d'estructura alveolar (Fotografia: Greenlight Packaging® a <<https://greenlightpackaging.com/products/film-range/>>) [Consulta: 9 octubre 2021].

[13] Cartera de materials plàstics en el portafolis de NaturePlast® (Fotografia: Nature Plast® L'expert en bioplàstiques a <<http://natureplast.eu/es/>>) [Consulta: 9 octubre 2021].

[108]

- Per continuar, existeix en el mercat un nou material anomenat Whitemorph®, l'ús del qual podria ser bastant polivalent. És un material que es presenta en perles blanques (es tracta d'un polímer termoplàstic) que són biodegradables (en condicions específiques es degrada en uns 6 mesos), reutilitzables, modelables i no tòxiques. Són unes perles fetes a partir de polímers que, si es fonen en aigua per sobre del punt de fusió (depèn dels productes, aquest en concret té el punt de fusió en 65 °C, però n'hi ha amb un punt de fusió més baix), es transformen en una massa apta per a modelar amb les mans, però, un cop seca, té l'aparença d'un plàstic dur i rígid. Aquestes propietats ens poden ser útils per protegir cantonades d'objectes arqueològics o bé com una protecció semi-integral feta a mida de l'objecte. <sup>14</sup> i <sup>15</sup>

- Finalment, per substituir els teixits de polièster, o fins i tot reduir l'ús del cotó (ja que el seu cultiu consumeix quantitats ingents d'aigua, ús de pesticides i sobre explotació del sòl), es poden utilitzar els teixits de bambú o teixits de jute. Bambaw® té uns draps reutilitzables de fibra de bambú i cotó (90% i 10% respectivament) que són suaus, resistents, absorbents, antibacterians i reutilitzables.

## CONCLUSIÓ

D'aquest projecte de recerca, es recullen diversos aspectes essencials en forma de resum en el present article. El primer dels quals és que la utilització de metodologies sostenibles en les tècniques de recuperació d'objectes arqueològics, l'embalatge i transport, és possible. Aquestes mesures sostenibles redueixen l'impacte ambiental, la qual cosa condueix indirectament a una reducció de contaminació; així mateix, ajudaria a generar una millor conservació preventiva (de jaciments, d'objectes arqueològics i a les instal·lacions) i, uns baixos nivells d'agents tòxics i contaminació, donarien com a resultat una disminució de canvis bruscos en les oscil·lacions de temperatura, pluges menys àcides i sòls més estables. <sup>16</sup> Respecte a la informació recopilada, s'han pogut extreure alternatives ja existents en el mercat que poden substituir, sobretot, als materials plàstics tal com plantejava l'objectiu principal del treball. No obstant això, seria adequat comprovar les hipòtesis i tesis proposades mitjançant una anàlisi experimental juntament amb tècniques de laboratori.

En segon lloc, es conclou que, perquè el procés sigui plenament sostenible, s'ha de contemplar un pla de gestió de residus, que inclogui la idea d'economia



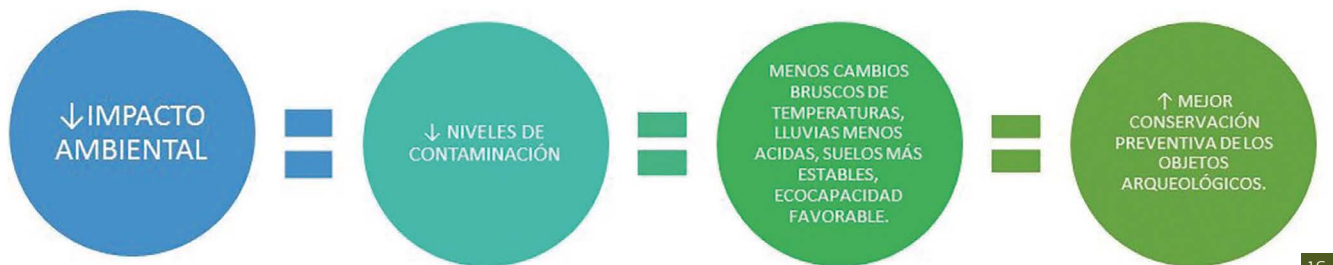
14



15

[14] Biopolímer termoplàstic reutilitzable que es presenta en petites perletes, en aquest cas de color blanc, Whitemorph® (Fotografia: Thermoworx® a <https://thermoworx.com/products/whitemorph%E2%84%A2> [Consulta: 9 octubre 2021]).

[15] Biopolímer termoplàstic modelable amb les mans un cop s'ha fos (en el punt de fusió marcat en cada producte pel fabricant); quan s'assecua es torna rígid i dur com un plàstic corrent i es pot tornar a reutilitzar, Whitemorph® (Fotografia: Thermoworx® a <https://thermoworx.com/products/whitemorph%E2%84%A2> [Consulta: 9 octubre 2021]).



16

circular, ahora que aprofitin els avantatges i faci un bon ús dels recursos que ens proporciona el mitjà en el qual es troba el jaciment. Aquesta idea aprofundeix més en què cada excavació sigui individual i un *unicum*, fa que els processos entrin en sincronia entre professionals i el medi ambient, que s'ha encarregat de fer-nos arribar els objectes a través dels quals podem comprendre les vides passades. Donada la velocitat a la qual es mouen i consumeixen les societats actuals, en una dècada o dues tindrem tants plàstics i/o microplàstics en el planeta que la vida de molts éssers vius serà extinta. En uns anys no tindrem més espais on acumular les escombraries, la contaminació afectarà els sòls i no té sentit preservar uns objectes (arqueològics o no) on no es pot preservar el seu entorn. El desenvolupament sostenible és estructural

i, així s'ha de concebre, acull una gran amplitud d'àmbits. Tant a petita com a gran escala no hi ha manera d'evadir la responsabilitat que tenim i el paper que juguem en termes de salut ambiental.

Convido al seu torn a tots els professionals conservadors-restauradors a generar pressió i demanda per crear productes ecològics i sostenibles específics per a la professió, a més de continuar evolucionant en la recerca de processos i materials sostenibles. Convido, així mateix, a realitzar una recerca enfocada en la sostenibilitat a Espanya, que tingui en consideració els estocs de capital natural, l'extracció de recursos i el temps de regeneració a l'hora de desenvolupar noves tecnologies i processos de conservació-restauració.

[16] Esquema que relaciona l'impacte ambiental i la conservació preventiva dels objectes arqueològics (Imatge: S. Sanlés).

## BIBLIOGRAFIA

ALONSO DE LA SIERRA, J.; LÓPEZ DE LA ORDEN, M.D.; ZAMBRANO, L.C. *Protocolo de entrega de materiales arqueológicos depositados en el Museo de Cádiz*. [En línea] <[https://wp.ufpel.edu.br/ppcs/files/2015/09/MCA\\_protocolo\\_de\\_entrega\\_de\\_materiales\\_arqueologicos\\_como\\_deposi\\_2-1.pdf](https://wp.ufpel.edu.br/ppcs/files/2015/09/MCA_protocolo_de_entrega_de_materiales_arqueologicos_como_deposi_2-1.pdf)> [Consulta: 29 abril 2020].

ÁRIDOS RECICLADOS-RCD. "El yeso y sus derivados: un problema en los residuos de construcción y demolición". *Áridos Recicladados-RCD* [bloc], 31 de gener de 2020. <<http://aridosrecicladadosrccd.es/blog/el-yeso-y-sus-derivados-un-problema-en-los-residuos-de-construccion-y-demolicion/>> [Consulta: 8 maig 2021].

BALLIANA, E. [et al]. "Assessing the value of green conservation for cultural heritage: positive and critical aspects of already available methodologies". *International Journal of Conservation Science*. Vol. 7 (2016), núm. 1, p. 185-202. ISSN 2067-533X. Disponible en línia a: <[http://ijcs.ro/volume\\_7.html#SpecialIssue1](http://ijcs.ro/volume_7.html#SpecialIssue1)> [Consulta: 31 març 2021].

BAMIGO. *Bambú el tejido del futuro. Todo lo que necesitas saber sobre el bambú*. [En línea] <[https://bamigo.com/media/wysiwyg/PDF/ES\\_Bambu\\_el\\_tejido\\_del\\_futuro.pdf](https://bamigo.com/media/wysiwyg/PDF/ES_Bambu_el_tejido_del_futuro.pdf)> [Consulta: 10 maig 2021].

BEJARANO ÁVILA, J.A. *Desarrollo sostenible: un enfoque económico con una extensión al sector agropecuario*. San José (Costa Rica): Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA, 1998. (Colección Documentos Serie Competitividad (IICA); 4). Disponible en línia a: <<http://repositorio.iica.int/handle/11324/7263>> [Consulta: 19 gener 2021].

CARRASCOSA MOLINER, B.; ANGEL PERRIS, A.; FLORS UREÑA, E. "La extracción y consolidación de materiales arqueológicos *in-situ*. Yacimientos de Torre la Sal y Costamar, Cabanes (Castellón)". *Arché. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV* (2010), núm. 4 y 5, p. 367-394. Disponible en línia a: <[https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30167/2010\\_04-05\\_053\\_060.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/30167/2010_04-05_053_060.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> [Consulta: 22 gener 2021].

CEREZO, A; FLORES GUTIÉRREZ, M.; LÓPEZ-BRIONES, C. *La ecología en conservación y restauración de bienes culturales: un reto multidisciplinar*. 2018, AJIUM [Poster], II Congreso Interdisciplinar de Jóvenes Investigadores. Facultad de Bellas Artes, Universidad de Murcia. Disponible en línia a: <[https://www.researchgate.net/publication/328578517\\_LA\\_ECOLOGIA\\_EN\\_CONSERVACION\\_Y\\_RESTAURACION\\_DE\\_BIENES\\_CULTURALES\\_UN\\_RETO\\_MULTIDISCIPLINAR](https://www.researchgate.net/publication/328578517_LA_ECOLOGIA_EN_CONSERVACION_Y_RESTAURACION_DE_BIENES_CULTURALES_UN_RETO_MULTIDISCIPLINAR)> [Consulta: 20 març 2021].

CEREZO, A; FLORES, M.; GARCIA, A. *Propuestas comunes para introducir la eco-sostenibilidad en el taller de conservación y restauración de bienes culturales*. IV Jornadas doctorales. Universidad de Murcia. Escuela Internacional de Doctorado, 2018. [Poster] Disponible en línia a: <<https://www.researchgate.net/publication/326096611>> [Consulta: 20 març 2021].

ECOVATIVE DESIGN. *Mushroom® packaging data sheet*. [En línea] <<https://static1.squarespace.com/static/5c33b1a3c3c16a25b5b770db/t/5f482137b13d073650434cf7/1598562616715/Mushroom%20AE+Packaging+Data+Sheet+2020-website.pdf>> [Consulta: 10 maig 2021].

GARCÍA-ALONSO, L.; SÁMAMO CHONG, M. "La transferencia de tecnología tradicional como alternativa para la conservación sostenible". *Revista CR. Conservación y Restauración*. (2016), núm. 10, p. 62. Disponible en línia a: <<https://ilamdocs.org/documento/3620/>> [Consulta: 3 abril 2021].

GIORGI, R. [et al]. "Nanotechnologies for Conservation of Cultural Heritage: Paper and Canvas Deacidification". *Langmuir*. Vol. 18 (2002), núm. 21, p. 8198-8203. DOI 10.1021/la025964d. Disponible en línia a: <<https://pubs.acs.org/action/doSearch?SeriesKey=langd5&AllField=Nanotechnologies+for+Conservation+of+Cultural+Heritage%3A+paper+and+canvas+deacidification>> [Consulta: 3 abril 2021].

GIORGI, R. [et al.]. "New Methodologies for the Conservation of cultural Heritage: Micellar Solutions, Microemulsions and Hydroxide Nanoparticles". *Accounts of Chemical Research*. Vol. 43 (2010), núm. 6, p. 695-704. Disponible en línia a: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ar900193h>> [Consulta: 3 abril 2021].

GRUP TÈCNIC CONSERVADORS RESTAURADORS. *Vers una conservació-restauració sostenible: reptes i projectes*. Associació professional dels conservadors-restauradors de béns culturals de Catalunya. XII Reunió tècnica de Conservació i Restauració. MNAC Museu Nacional d'Art de Catalunya, Barcelona. Maig de 2010.

ICROM. *Conservación preventiva*. [En línia]. <<https://www.icrom.org/es/section/preventive-conservation>> [Consulta: 29 gener 2021].

MACCHIA, A.; LUVIDI, L.; PRESTILEO, F.; LA RUSSA F. M.; RUFFOLO, S.A. "Green Conservation of Cultural Heritage. International Workshop". *International Journal of Conservation Science*. Vol. 7 (2016), núm. 1.

MARÍN ORTEGA, S. *Unitat 1.1. Introducció a la arqueologia: prospecció, excavació i conservació. Ciències auxiliars de la arqueologia*. Apunts de l'assignatura "Tècniques de Recuperació de Materials Arqueològics". Barcelona: ESCRBC, 2019.

MARÍN ORTEGA, S. *Unitat 2. El medi arqueològic: causes i efectes de degradació dels materials*. Apunts de l'assignatura "Tècniques de Recuperació de Materials Arqueològics". Barcelona: ESCRBC, 2019.

MARÍN ORTEGA, S. *Unitat 3. Conservació-restauració a l'excavació: tècniques d'extracció, transport, emmagatzematge i conservació preventiva*. Apunts de l'assignatura "Tècniques de Recuperació de Materials Arqueològics". Barcelona: ESCRBC, 2019.

MARÍN ORTEGA, S. *Unitat 6. Conservació i restauració d'estructures in situ. Tècniques i materials emprats*. Apunts de l'assignatura "Tècniques de Recuperació de Materials Arqueològics". Barcelona: ESCRBC, 2019.

MARTÍN PALMERO, F.G. *Desarrollo sostenible: concepto, evolución, modelos y sistemas de medición. Aplicación empírica a la unión europea y Galicia*. Director: Fernando González Laxe. Tesis doctoral inédita. Santiago de Compostela: Universidad de Galicia, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2002.

MATEU I GIRAL, J. "La Teoría del Desarrollo sostenible y el objeto de la Educación Ambiental". *Revista interuniversitaria de formación del profesorado: RIFOP*. (1995) núm. 23, p. 53-64. Disponible en línia a: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=117866>> [Consulta: 22 gener 2021].

MATEU I GIRAL, J. "La Teoría del Desarrollo sostenible y el objeto de la Educación Ambiental". *Revista interuniversitaria de formación del profesorado: RIFOP*. (1995) núm. 23, p. 53-64. Disponible en línia a: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=117866>> [Consulta: 22 gener 2021].

MOLINER, C.; LASTRAS PÉREZ, M. "Tratamientos de extracción in situ de materiales óseos mayas". A: LAPORTE, J.P.; ARROYO, B.; MEJÍA, H. (eds.) *XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología, 2008, p. 830-841. Disponible en línia a: <<http://www.asociaciontikal.com/simposio-22-ano-2008/062-begona-y-montserrat-08-doc/>> [Consulta: 13 gener 2021].

MUSEO DE LA EVOLUCIÓN HUMANA. *De la excavación al laboratorio*. Apunts del curs "De la excavación al laboratorio". Burgos: Museo de la Evolución Humana, 2010.

NOCCA, F. "The role of cultural Heritage in Sustainable Development: Multidimensional Indicators as Decision-Making Tool". *Sustainability*. Vol. 9 (2017), núm. 10, p. 1-28; DOI: 10.3390/su9101882.

PALLA, F; [et al.]. "Coldactive molecules for a sustainable preservation and restoration of historical. Artistic manufactures". *International Journal of Conservation Science*. Vol. 7 (2016), núm. 1, p. 239-246.

PLASTIC POLLUTION COALLITION. *Open your eyes*. [En línia]. <<https://www.plasticpollutioncoalition.org/#>> [Consulta: 12 maig 2021].

PORTO TENREIRO, Y. *Medidas urgentes de conservación en intervenciones arqueológicas*. Santiago de Compostela: Laboratorio de Arqueología e Formas Culturais, IIT, USC Universidade de Santiago de Compostela, 2000.

SOTELSEK, D. "Crecimiento y desarrollo sostenible: una visión crítica". *Quórum, Revista de Pensamiento Iberoamericano*. Vol. 1. (2001), p. 115-131. Disponible en línea a: <<https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/7661>> [Consulta: 4 maig 2020].

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. *Estudian propiedades de la arcilla para remover los contaminantes del agua*. [En línia]. <<https://unlp.edu.ar/investigacion/estudian-propiedades-de-la-arcilla-para-remover-contaminantes-del-agua-16346>> [Consulta: 8 maig 2021].

VÁZQUEZ, F; BAIGORRIA DI SCALA, J. "De la excavación al laboratorio: recaudos para la conservación del material cerámico". *Comechingonia Virtual. Revista Electrónica de Arqueología*. Vol. 3 (2009), núm. 1, p. 24-32. Disponible en línea a: <<http://hdl.handle.net/11086/5104>> [Consulta: 3 maig 2021].