

V

Jornades d'arqueologia de les Illes Balears



Consell de
Mallorca

■ Vicepresidència de
Cultura, Patrimoni i Esports



Col·legi Oficial de Doctors
i Llicenciats en Filosofia i Lletres
i en Ciències de les Illes Balears
Secció d'Arqueologia



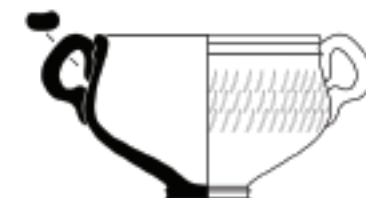
EDICIONS DOCUMENTA BALEAR



V Jornades d'arqueologia de les Illes Balears

V

Jornades d'arqueologia de les Illes Balears



V Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears

(Palma, 28 a 30 de setembre, 2012)

2013



Consell de
Mallorca



Vicepresidència de
Cultura, Patrimoni i Esports



EDICIONS **DOCUMENTA** BALEAR



Col·legi Oficial de Doctors
i Llicenciats en Filosofia i Lletres
i en Ciències de les Illes Balears
Secció d'Arqueologia

Coordinació:

Mateu Riera Rullan i Jaume Cardell Perelló

Edita:

Edicions Documenta Balear

ISBN:

978-84-154327-6-0

Dipòsit legal

D.L. PM-1126-2013

Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears

V Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears (Palma, 28 a 30 de setembre, 2012) / [Coordinació Mateu Riera Rullan i Jaume Cardell Perelló]- 360 p. ; 21x21 cm.
ISBN 978-84-154327-6-0

Mateu Riera Rullan i Jaume Cardell

1. Arqueologia – Mallorca – Congressos
902(460.32)

SUMARI

REDESCOBRINT CAP DE BARBARIA II (FORMENTERA). RESULTATS DE LA 6ª CAMPANYA D'EXCAVACIONS ARQUEOLÒGIQUES.....	15	SES PAÏSSES DE LILLIU: CONSOLIDACIÓ I EXCAVACIÓ ARQUEOLÒGIQUES 50 ANYS DESPRÉS.....	89
Pau Sureda, Maria Bofill, Edgard Camarós, Marián Cueto, Xavier Gonzalo, Dioscórides Marín, Alba Masclans, Adriana Molina, Esteban Álvarez		Bernat Burgaya, Jordi Hernández-Gash, Margalida Munar, Antoni Puig	
PRODUCCIÓ CERÀMICA A LES PITIÜSES A INICIS DEL II MIL·LENI BC: LA COVA DES RIUETS (FORMENTERA).....	25	14ª CAMPANYA D'EXCAVACIONS A SON FORNÉS (MONTUÏRI, ANY 2011): EL SANTUARI 2.....	101
Ricard Marlasca Martín, Josep M. López Garí, Màrius Vendrell, Lorena Merino		Paula M. Amengual, Albert Forés Gómez, Lara Gelabert Batllori, Sylvia Gili, Jordi Hernández-Gasch, Vicente Lull, Rafael Micó, Cristina Rihuete, Roberto Risch	
L'EXPLOTACIÓ DELS RECURSOS ANIMALS A LES PITIÜSES A INICIS DEL SEGON MIL·LENNI CAL BC: UN TRET DIFERENCIAL?.....	35	EL SANTUARIO DE CALESCOVES (ALAIOR, MENORCA): LA COVA DELS JURATS O ESSLÉSIA.....	109
Josep Maria López Gari, Ricard Marlasca Martín, Miguel McMinn Grivé, Damià Ramis Bernad		Margarita Orfila, Giulia Baratta, Marc Mayer	
ES BARRANC DE SA TRAMUNTANA, UN YACIMIENTO PREHISTÓRICO EN LA COSTA NORTE DE MENORCA.....	43	ESTUDIO DE LAS ÁNFORAS DE LA ÁFRICA BIZACENA LOCALIZADAS EN EL FONDO SUBACUÁTICO DEL PUERTO DE SANITJA (MENORCA).....	119
María Isidro, Fernando Contreras		Fernando Contreras Rodrigo, Antonio J. Talavera Montes, Pere Massó Bachpol	
RESULTATS PRELIMINARS DEL PROJECTE ENTRE ILLES: EL CAS DELS JACIMENTS DE SA FERRADURA (MANACOR) I CALA MORELL (CIUTADELLA).....	51	ESTUDIO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LA NECRÓPOLIS ALTO IMPERIAL DE CAN CORRÓ O DEL MATADERO, DE POLLENTIA (ALCUDIA, MALLORCA).....	127
Montserrat Anglada, Antoni Ferrer, Damià Ramis, Magdalena Salas		Francisca Cardona López, Sebastià Munar Llabrés, Margarita Orfila Pons, Antonio Arribas Palau †	
LOS ASENTAMIENTOS COSTEROS DE MENORCA: EL CASO DE ES CASTELLET (CALESCOVES, ALAIOR).....	59	LA TROBALLA D'UNA ÀREA DE NECRÒPOLIS ROMANA AL SUBSÒL DE LES ANTIGUES CASES DE CAN RAMIS A ALCÚDIA.....	135
Elena Sánchez López, Mario Gutiérrez Rodríguez, Margarita Orfila Pons		Miquel Àngel Sastre Vanrell, Francisca Cardona López	
CONTAMINACIONS DEGUDES A L'ENTERRAMENT I LA GESTIÓ DE CERÀMIQUES PREHISTÒRIQUES DE MALLORCA (c. 1750-50 aC).....	69	UN MODEL 3D PER A LA CIUTAT ROMANA DE POLLENTIA: ARQUITECTURA, TOPOGRAFIA I GEOGRAFIA.....	143
Daniel Albero Santacreu		Bartomeu Vallori Márquez, Miguel Àngel Cau Ontiveros	
ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO DE LA INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA EN LA NAVETA ALEMANY 2010-2011.....	79	EL JACIMENT ROMÀ DE SON ESPASES: L'ORGANITZACIÓ DE LES ESTRUCTURES.....	149
Maria Calderón, Emmanuelle Gloaguen, Daniel Albero, Emili Garcia, Manuel Calvo		M. M. Estarellas Ordinas, J. Merino Santisteban, F. Torres Orell	

LA CERÀMICA DELS HORITZONS FUNDACIONALS DEL LLOC ITÀLIC DE SON ESPASES, PALMA (MALLORCA).....	155	PRIMAVERA DE 1230: ANDALUSINS REFUGIATS A LA SERRA DE LLEVANT (MALLORCA).....	229
Albert López Mullor, Albert Martín Menéndez, Maria Magdalena Estarellas, Josep Merino, Francisca Torres		Miquel Barceló, Helena Kirchner, Mateu Riera Rullan	
ELS PRIMERS ROMANS DE PALMA.....	167	L'ENTORN ARQUEOLÒGIC D'ALMALLUTX, UNA PROJECCIÓ A ESCALA DE LA SEQUÈNCIA D'OCUPACIÓ HUMANA DE L'ILLA DE MALLORCA. PRESENTACIÓ I PERSPECTIVES DE FUTUR.....	241
Francisca Torres Orell, Francisca Cardona López		Jaume Deyà Miró, Pablo Galera Pérez	
LA PRODUCCIÓN DE VINO EN LA ZONA CENTRAL DE IBIZA DURANTE LA ANTIGÜEDAD.....	173	L'ALQUERIA ISLÀMICA DE TORREPETXINA (CIUTADELLA, MENORCA).....	249
Juan José Marí Casanova, Glenda Graziani Echávarri		Helena Kirchner	
LA VIL·LA ROMANA DE SON SARD. DADES PRELIMINARS DE LES INTERVENCIONS ARQUEOLÒGIQUES SUBSIDIÀRIES DE LES OBRES DE MILLORA DE LES CARRETERES MA-4032 I MA-4034 DE SON SERVERA-MALLORCA.....	181	ESTUDI DE LES CERÀMIQUES ISLÀMIQUES TROBADES A L'ESTACIÓ ARQUEOLÒGICA DE CORNIA (Maó, Menorca).....	255
Beatriz Palomar Puebla, Francisca Cardona López, Sebastià Munar Llabrés		Luis Plantalamor Massanet, Jaume Sastre Moll	
APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LA CIUDAD ROMANA DE SANISERA (SANITJA – MENORCA).....	189	INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA SUBACUÁTICA EN EL PECIO DE BOTAFOCH, SUBSIDIARIA DEL PROYECTO DE EXPLANA Y MUELLES COMERCIALES AL ABRIGO DEL DIQUE BOTAFOCH EN EL PUERTO DE EIVISSA (FASE DESROLLADA ENTRE EL 15 DE NOVIEMBRE DE 2011 Y EL 20 DE ENERO DE 2012).....	267
Cristina Bravo Asensio, Fernando Contreras Rodrigo		Sebastià Munar Llabrés, Josué Mata Mora	
CERÁMICA DE LA ANTIGÜEDAD TARDÍA DE LA CIUDAD ROMANA DE SANISERA (PORT DE SANITJA, MENORCA).....	199	ARQUEOLOGIA CONCENTRACIONÀRIA A MALLORCA: EL CAMPAMENT DELS SOLDATS.....	275
Tatiana Valente, Fernando Contreras		Antoni Puig Palerm, Tomàs Suau Mayol	
ESTUDIO BIOARQUEOLÓGICO DE LAS NECRÓPOLIS DE SANISERA (SANITJA –MENORCA).....	205	RESULTADOS PRELIMINARES DE LA INTERVENCIÓN ARQUEOLOGÍA REALIZADA EN LA CASA DE CULTURA, CALLE RAMON LLULL Nº 3 DE PALMA (ISLA DE MALLORCA).....	283
Georgina Pacheco, Carmen Olivares, Jo Hurts, Fernando Contreras		María José Rivas Antequera, Mateu Riera Rullan, Damià Ramis Bernad	
GESTES, RITUALS FUNERARIS I ANÀLISI ANTROPOLÒGICA DELS ENTERRAMENTS DE L'ÀMBIT LATERAL SUD DEL BAPTISTERI I DE L'ÀMBIT A DEL SECTOR SUD DEL CONJUNT PALEOCRISTIA DE SON PERETÒ (MANACOR).....	213	RESULTADOS PRELIMINARES DE LAS EXCAVACIONES Y DEL CONTROL ARQUEOLÓGICO DE LAS FASES B y C EN EL BALUARD DEL PRÍNCIP DE PALMA DE MALLORCA.....	291
Llorenç Alapont, Magdalena Sastre, Rotger Leal		Antonia Martínez Ortega, Mateu Riera Rullan, Damià Ramis Bernad, Mª José Rivas Antequera, Mª Magdalena Riera Frau	
PERVIVENCIA DE LA COMUNIDAD JUDÍA EN LAS BALEARES DURANTE LA ANTIGÜEDAD TARDÍA.....	223	SEGURIDAD EN EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS.....	303
José Miguel Rosselló Esteve		Javier Sáenz Garcés	

PLANIMETRÍA EN “ELS CLOSOS DE CAN GAIÀ”. LA REANUDACIÓN DE UNA COOPERACIÓN.....	311
Christoph Rinne, Bartomeu Salvà i Simonet	
LA DOCUMENTACIÓ GRÀFICA AL PROJECTE DE RECUPERACIÓ, CONSOLIDACIÓ I MUSEÏTZACIÓ DEL MONESTIR BIZANTÍ DE L'ILLA DE CABRERA.....	315
Josep Maria Puche	
ESTRATÈGIES DE CONSOLIDACIÓ, RESTAURACIÓ I ADEQUACIÓ DEL PATRIMONI ARQUEOLÒGIC. EL CAS DEL JACIMENT DELS CLOSOS DE CAN GAIÀ (2003-2012).....	325
David Javaloyas, Joan Fornés, Llorenç Oliver	
PRIMERES ACTUACIONS AL JACIMENT ARQUEOLÒGIC DEL PUIG FIGUER (ARTÀ).....	333
Magdalena Sastre, David Javaloyas, Emmanuelle Gloaquen	
ARQUEOLOGIA I PATRIMONI A SANTANYÍ.....	341
Nuria Martínez Rengel	
EL FONS ARQUEOLÒGIC DEL MUSEU DE MALLORCA. GESTIÓ DEL MOVIMENT 2008-2012.....	345
Rosa Maria Aguiló Fiol, Joana Maria Palou i Sampol	
ARQUEODIGITAL.COM EN LA DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICO DE LA ISLA DE MALLORCA.....	351
Maria Szatkowska, Eneko González San Juan	
PROPOSTA DE METODOLOGIA PER A L'ELABORACIÓ DE VALORACIONS ECONÒMIQUES SOBRE EL PATRIMONI HISTÒRIC.....	355
Joana Maria Gual	

PRESENTACIÓ

És una satisfacció poder oferir aquesta publicació amb els articles de les feines presentades a les V Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears celebrades a Palma durant els dies 28 i 29 de setembre de 2012.

Amb el llibre que tenen a les seves mans torna a quedar demostrada l'excel·lent trajectòria que estan experimentant les Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears organitzades, principalment, per la Secció d'Arqueologia del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats en Filosofia i Lletres i en Ciències de les Illes Balears. Cal recordar que a les primeres Jornades celebrades l'any 2006 a Manacor, es varen presentar 12 xerrades, totes elles amb temàtiques força variades però sempre dins de l'àmbit mallorquí, i que l'any 2009, el Departament de Cultura i Patrimoni del Consell de Mallorca va voler col·laborar amb aquella iniciativa publicant aquells 12 treballs.

Aquella bona embranzida inicial va seguir donant fruita a les jornades de 2007 fetes a Felanitx, de 2008 a Maó, i de 2010 a Eivissa, passant a ser una reunió no només de temes de Mallorca, sinó de totes les Illes Balears. Totes aquelles jornades varen ser un èxit de participació i d'organització, i també varen poder arribar a ser convenientment publicades. Tot plegat va fer que s'anés consolidant aquell lloc de trobada, actualment bianual, pels professionals que treballen en temes relacionats amb l'arqueologia de les nostres illes. La mostra més evident de tals afirmacions és que a les jornades de l'any passat es varen arribar a presentar 44 xerrades on s'exposaren treballs vinculats a les illes de Mallorca, Menorca, Eivissa, Formentera i Cabrera.

El Consell de Mallorca, òrgan competent en matèria arqueològica, no podia deixar de col·laborar en un

esdeveniment tan significat celebrat a la nostra illa, i és per això que també ha volgut finançar completament el present exemplar de les *Actes V Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears*.

Els articles aquí publicats són una molt completa representació del que és avui l'arqueologia de les Illes Balears. La seva reduïda extensió acompanyada d'un nombre abundant d'il·lustracions fan que el seu interès no quedi únicament centrat en el món científic, sinó també per a tota aquella persona aficionada a l'arqueologia i, fins i tot, per al públic en general.

Joan Rotger Seguí

Vicepresident de Cultura, Patrimoni i Esports
del Consell de Mallorca

PRÒLEG

La publicació que tenen entre mans ha estat possible gràcies a la feina, majoritàriament desinteressada, de moltes persones que estimen l'arqueologia de les nostres illes. Pens que hauria de ser un deure per a tots els que treballam en el gremi, sovint gràcies només a diners públics, el retornar a la societat allò que se'ns ha pagat. Amb aquesta publicació crec que s'assoleix dita empresa d'una manera extensa donat que està composta per articles de síntesi, poc extensos i molt ben il·lustrats, que clouen en un producte apte i atractiu per a tota mena de lectors.

Un dels principals objectius de les Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears, ja des de la seva primera edició, era aconseguir un lloc comú on els professionals de l'arqueologia que fan feina a les illes Balears poguessin donar a conèixer els seus treballs més recents. Així, tots els articles presentats tenen dos elements comuns, per una banda estan relacionats amb l'arqueologia, i per l'altra el seu marc geogràfic està centrat a les illes Balears.

Les V Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears, celebrades a Palma entre els dies 28 i 29 de setembre de 2012, varen ser un èxit tant de participació com de públic. També ho varen ser en tot allò relacionat amb la seva organització, i aquí cal recordar i agrair les excel·lents tasques realitzades pels coordinadors Antonia Martínez, Jaume Cardell i Antoni Planas.

També vull donar les gràcies a la Societat Arqueològica Lul·liana i al Consell de Mallorca per la bona predisposició que varen tenir, i també com pels mitjans humans i materials que ens varen facilitar.

En aquelles jornades, promocionades per la Secció d'Arqueologia del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats en

Filosofia i Lletres i en Ciències de les Illes Balears, es varen arribar a presentar 44 comunicacions signades per un total de 90 investigadors. A més, tant a la seu de la Societat Arqueològica Lul·liana, com a la del Consell de Mallorca, a l'edifici de la Misericòrdia, sovint es va arribar al centenar d'oients. És per això que crec que hem d'estar molt contents i orgullosos d'haver pogut tirar endavant la publicació de les actes d'un esdeveniment com aquell.

Pens que mai no s'havia aconseguit reunir un nombre tan elevat dels professionals que ens dedicam a l'arqueologia de les Balears. Tampoc mai s'havien presentat treballs de pràcticament tots els principals projectes que estan en marxa. Però tampoc no vull oblidar aquelles contribucions de feines més modestes que sovint han anat passant completament desapercebudes i oblidades, i de les quals estic convençut que també són cabdals per poder conèixer certs detalls del món arqueològic que d'una altra manera es podien arribar a perdre per sempre.

També ha estat una satisfacció veure que es publiquen treballs sobre alguns jaciments que romanien inèdits o dels quals feia anys que no se sabia res més que el que sortia a la premsa.

Una altra qüestió que ha quedat ben il·lustrada en aquest volum són els fruits de les demandes, entre d'altres, d'una gran part del col·lectiu d'arqueòlegs que feien feina l'any 2008 a Mallorca. Llavors es va demanar una millora en la concepció dels espais i infraestructures del Museu de Mallorca. Per tant, ens alegrem molt de la important millora dels magatzems de dit Museu presentats en aquest tom, una reivindicació a la qual no hem deixat de dedicar esforços i per la qual hem patit i seguim patint molts mals de cap.

En aquest sentit, esperem que prest se'ns torni a fer cas i no es continuï demanant malbaratar diners públics i privats per a siglar els materials arqueològics d'una manera irracional i gens pràctica.

En aquest volum es troben treballs centrats en labors o investigacions fetes a les illes de Mallorca, Menorca, Eivissa, Formentera i Cabrera, o del conjunt d'algunes o de totes elles. Dues terceres parts dels autors són originaris de les nostres illes, però volem destacar que una tercera part són investigadors de la resta de l'Estat o fins i tot de l'estranger.

La majoria dels articles estan fets per arqueòlegs, però també n'hi ha d'elaborats per historiadors, historiadors de l'art, epigrafistes, filòlegs, antropòlegs, biòlegs, geòlegs, museòlegs i restauradors. Són per tant un bon exemple de la pluridisciplinarietat que està assolint l'arqueologia, i també una bona mostra del seu de cada cop més important paper en la societat i en el món científic del segle XXI.

Em plau encara més poder presentar aquest volum en els moments terribles que el país està vivint. Certament no tinc dubtes sobre el fet que s'havien de practicar retallades en aquell model de desenvolupament irracional basat en el crèdit d'uns doblers que no teníem i que haurem de seguir pagant durant molts d'anys. Se'ns dubte hi ha despeses molt més prioritàries que allò que es pugui gastar relacionat amb el món l'arqueologia. Indubtablement la sanitat, l'educació i el benestar social han d'estar al davant d'aquest desemborsament. Però no s'hauria de deixar l'arqueologia al darrera de tot, perquè és un dels pilars per poder seguir adquirint nous coneixements de la nostra història que hauran de servir per educar millor les futures generacions. A més, i n'estic ben convençut, l'arqueologia hauria d'arribar a ser el motor per posar en valor un bon grapat de monuments que serveixin com a reclam turístic, i és que en aquest sentit jaciments de primer ordre no ens en falten.

Per tot plegat, crec que ha estat un gran encert de la Vicepresidència de Cultura, Patrimoni i Esports del Consell de Mallorca haver finançat aquesta publicació, una acció que volem reconèixer i agrair, especialment a la directora insular de Cultura i Patrimoni, Catalina Sureda, i al vicepresident de Cultura, Patrimoni i Esports, Joan Rotger.

No voldria acabar sense manifestar que em sembla evident que la publicació de les V Jornades d'Arqueologia de les Illes Balears es caracteritza per ser un volum molt complet que crec que serà una fita a tenir en compte per al món de l'arqueologia balear.

Mateu Riera Rullan

President de la Secció d'Arqueologia del
Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats en
Filosofia i Lletres i en Ciències de les Illes
Balears.

CONTAMINACIONS DEGUDES A L'ENTERRAMENT I LA GESTIÓ DE CERÀMIQUES PREHISTÒRIQUES DE MALLORCA (c. 1750-50 aC)

Daniel Albero Santacreu¹

1. INTRODUCCIÓ

Les ceràmiques arqueològiques tenen un llarg cicle de vida que va des de la producció de l'artefacte, l'ús i la deposició més o menys prolongada fins que els arqueòlegs les extreuen del seu context. Durant el seu enterrament es poden produir canvis en els *contexts sistèmics*, aquells que resulten de les pràctiques desenvolupades en el passat i que afavoreixen la formació de determinats *contexts arqueològics*, és a dir, aquells sobre els quals treballen els arqueòlegs i on també intervenen processos posteriors al desenvolupament d'aquestes pràctiques (Schiffer 1976). A més d'aquests dos contextos, dins el cicle de vida de les ceràmiques, també cal considerar el *context de gestió* que implica, entre altres accions, la pròpia recollida, emmagatzematge i gestió dels materials que realitza el personal tècnic que participa en els processos d'excavació, investigació, conservació i posada en valor del patrimoni arqueològic. Aquests processos de gestió poden comportar, per exemple, des de contaminacions dels components orgànics presents en les ceràmiques fins a la cristallització de sals durant el procés d'emmagatzematge i dipòsit de les peces (Pollard *et al.* 2007; De La Fuente 2008).

En aquest cicle de vida, s'assumeix que la ceràmica és inicialment homogènia en la seva composició, no obstant això, durant l'enterrament les parets o els marges externs de les peces es poden alterar, mentre altres parts com el nucli poden romandre menys contaminades (Schwedt *et al.* 2006). En aquest procés intervé enormement la composició més o menys saturada del medi en el qual es disposa la ceràmica i el seu grau de porositat que, en un procés cíclic d'humectació i dessecació, afavoreix que solucions aquoses s'introdueixin dins la ceràmica per evaporar-se posteriorment, afavorint la cristallització de sals insolubles en els porus que augmenten de volum ocasionant la formació i la propagació de fractures a

la ceràmica (De La Fuente 2008; Pollard i Heron 1996; Buxeda i Cau 1995; Cau *et al.* 2002; Mommsen 2004; López 2008). Aquests processos d'hidròlisi poden afavorir també la neoformació de fases mineralògiques com la calcita i els fil·losilcats que normalment inicien la seva descomposició durant la cocció (Núñez *et al.* 1991). Es poden produir, per tant, processos tafonòmics en les ceràmiques que provoquen canvis en la seva composició química i mineralògica, especialment en elements com Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} o el Na^{+} que tenen més capacitat per intercanviar cations (Maritan i Mazzoli 2004; Pollard *et al.* 2007; De La Fuente 2008; Tschegg 2009). Això vol dir que la composició dels artefactes i les diferents agrupacions que es realitzen estadísticament amb ells poden, en alguns casos, estar en part relacionades amb alteracions postdeposicionals presents a les mostres. Sovint, es pot observar una gran dispersió de les concentracions obtingudes en elements com As, CaO, P_2O_5 , K_2O , Ba, Sr, Rb, Na_2O , de manera que és habitual en els estudis químics prescindir de molts d'ells a l'hora de realitzar agrupacions composicionals dels individus, ja que considerar-los constitueix un factor de risc que pot desvirtuar les agrupacions químiques que es realitzen (Arnold 2000; Buxeda *et al.* 2001; Buxeda *et al.* 2002; Cau *et al.* 2002; Ortega *et al.* 2005; Schwedt *et al.* 2006).

Aquests arguments demostren la importància que té dins la caracterització de les ceràmiques la identificació de les possibles alteracions composicionals que puguin estar presents, no només per realitzar una adequada interpretació dels anàlisis arqueomètrics en vistes a l'establiment de grups composicionals i tradicions tecnològiques, sinó també amb l'objectiu d'establir sinergies entre els diferents especialistes que treballen amb el patrimoni arqueològic i optimitzar praxis de gestió més eficients. L'objectiu d'aquest estudi consisteix en realitzar una primera aproximació a les possibles alteracions postdeposicionals que s'han pogut identificar en ceràmiques prehistòriques de

¹ Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts, Grup de Recerca Arqueouib, Universitat de les Illes Balears (d.albero@uib.es).

diversos jaciments de Mallorca per aportar un marc de referència que pugui ser d'utilitat a futures actuacions que impliquin aquest tipus de materials en les illes.

2. ESTRATÈGIA DE MOSTREIG I METODOLOGIA

S'han analitzat 111 mostres relacionades amb fragments de ceràmiques i, en menor quantitat, ecofactes d'argila, peses de teler i toves (Albero i Garcia Amengual 2010). S'inclouen 17 ceràmiques de la Naveta 1 i una de la cista de Closos de Can Gaià (Guerrero *et al.* 2007), 48 mostres de la Torre I, una de la Torre III i una de l'àrea del poblat del Puig de sa Morisca (Guerrero *et al.* 2002), així com 43 del Turó de les Abelles (Camps i Vallespir 1998). Aquests assentaments representen en conjunt nivells que van des del Bronze Antic (c.1750/1700 a.C.) fins al primer quart del segle I a.C. Aquesta estratègia de mostreig suposa la selecció d'una àmplia varietat de fàbriques relacionades amb l'ús de diferents matèries primeres (argiles ferruginoses, margues calcàries, etc.), desgreixants (calcita espàtica, matèria orgànica, calcarenites, xamota, etc.) i estratègies de coccio (Albero 2011; Albero i Mateu 2012; Albero *et al.* en premsa). D'aquesta manera, les mostres seleccionades s'adscriuen a un total de 13 fàbriques que representen les diferents tradicions tecnològiques que s'han constatat fins ara en la producció de ceràmica a la prehistòria mallorquina (Albero 2011). Aquesta estratègia té l'avantatge de contemplar productes composicionalment diferents que poden variar també en el seu comportament durant l'enterrament, implicant una millor representació de les fases postdeposicionals susceptibles de manifestar-se en ceràmiques prehistòriques de l'illa.

Les alteracions postdeposicionals poden manifestar-se en les ceràmiques tant a nivell químic com mineralògic. L'aplicació d'anàlisis complementàries entre si (anàlisi òptic amb binocular, estudi petrològic, anàlisi de microestructures, anàlisis químiques i mineralògiques, etc.) proporciona informació per determinar si una peça està contaminada i en quin grau afecta això a la seva composició. Aquests anàlisis permeten aproximar-nos a la tecnologia dels materials i a les possibles alteracions que s'hagin pogut produir en la matèria original a causa de factors intrínsecs derivats del propi

procés de fabricació (López 2008; Mommsen 2004; Buxeda *et al.* 2002; Cau *et al.* 2002; Fantuzzi 2010). L'estudi de les ceràmiques seleccionades ha incidit sobre les fases postdeposicionals mitjançant la caracterització de la composició de les pastes i l'examen òptic de les mostres. S'ha realitzat l'anàlisi químic de la pasta mitjançant fluorescència de raigs X (FRX), anàlisi mineralògic amb difracció de raigs X (DRX) en mostra total, anàlisi petrològic i examen de les seccions amb binocular. En casos concrets s'ha analitzat també la microestructura de la pasta amb microscopi electrònic de rastreig i microanàlisi amb energia dispersiva de raigs X (SEM-EDX). La rutina analítica i l'instrumental utilitzat ha estat publicada anteriorment (Albero i Garcia Amengual 2010; Albero 2010 i 2011; Albero i Mateu 2012).

3. RESULTATS

L'àmplia majoria de les ceràmiques analitzades s'associen amb coccions a baixa temperatura (< 800/850 °C) (Albero 2011) que proporcionen pastes heterogènies i poroses que, si bé presenten escassos canvis en la seva composició química després del procés de coccio, solen tenir una alta capacitat per intercanviar cations i incorporar alteracions centrades en determinats elements durant l'enterrament (De la Fuente 2008). Les principals fases postdeposicionals detectades són:

3.1. Fixació de fòsfor al·lòcton

Les ceràmiques, especialment si s'han cuit entre 600 i 800 °C, són susceptibles d'incorporar ions de fòsfor (P_2O_5) en la seva estructura. Si bé alguns autors (Bollong *et al.* 1993) han assenyalat que altes concentracions de fosfats a les ceràmiques poden estar relacionades amb certs continguts emmagatzemats a les peces durant la fase d'ús i/o deposició, grans concentracions d'aquest element en les pastes sol considerar-se com un indicador d'una contaminació postdeposicional originada per un intercanvi d'ions entre el sediment i els fragments de ceràmica, on el fòsfor es pot concentrar fàcilment a la seva superfície (Freestone *et al.* 1985; Freestone *et al.* 1994; Klein *et al.* 2004). En qualsevol

cas, pot resultar difícil precisar el grau de contaminació d'aquest element en les mostres i discriminar quina concentració està directament relacionada amb la matèria primera original i quina amb processos posteriors, introduint això cert grau d'ambigüitat en els estudis de procedència quan aquest element es considera en l'anàlisi químic de les peces. A més, els fosfats formen agregats policristal·lins (pe. vividianita i mitridatita) d'entre 200-700 μm que es presenten en concentracions tan baixes que no poden detectar-se mitjançant DRX. Aquests agregats no es formen només per contaminació postdeposicional, també poden formar-se a partir de la calcinació d'ossos utilitzats per desgreixar la pasta durant el procés de fabricació (Dunnell i Hunt 1990; Pollard i Heron 1996; Klein *et al.* 2004; Maritan i Mazzoli 2004; Ortega *et al.* 2005; De La Fuente 2008).

S'ha pogut documentar mitjançant FRX com, a diferència del que s'ha observat al Puig de sa Morisca ($n = 44$) i al Turó de les Abelles ($n = 43$) que mostren percentatges baixos (al voltant de 0.5%) i molt més homogenis de fòsfor, les peces de Closos de Can Gaià mostren unes concentracions molt variables i sensiblement més altes ($> 1\%$) de P_2O_5 , destacant dues peces del Bronze Antic de la UE-95 (CLG-149 i CLG-2755) que presenten percentatges de fins al 3% (Fig. 1a). Per explicar aquestes concentracions cal contemplar, d'una banda, la utilització d'una matèria primera amb majors concentracions d'aquest element. De l'altra, podem plantejar que probablement els sediments d'aquest jaciment tenen nivells més alts d'aquest element causa d'una important acció biològica postdeposicional.

Aquesta acció hauria incentivat determinats processos bioquímics, com la destrucció dels ossos i la seva incorporació als cicles biològics (Berguedà *et al.* inèdit), essent part dels ions de fòsfor dissociats assimilats per les ceràmiques. En aquest jaciment s'ha documentat també un ecofacte amb evidències de combustió, adscrit al Bronze Final i a la UE-18 de la cista, que ha mostrat nivells molt alts de P_2O_5 (8.2%). Potser aquesta concentració diferencial hagi de relacionar-se en aquesta calcària margosa amb un entorn de deposició lligat a una important presència de fauna (Guerrero *et al.* 2007) i en el qual els ossos haurien suposat una font important de fòsfor.

3.2. Calcita secundària

La calcita (CaCO_3) secundària present en les ceràmiques es pot identificar amb microscopi petrogràfic i SEM a partir de l'hàbit que presenten els cristalls i la forma en què es fixen en la matriu. La fixació d'aquest tipus de calcita contamina la composició i altera l'aspecte original de la pasta i, per tant, pot ocasionar alguns problemes a l'hora d'interpretar les dades i realitzar agrupacions de les ceràmiques. La cristal·lització de calcita postdeposicional està condicionada per la composició mineralògica, química i textural de les ceràmiques, així com per l'estratègia de cocció, l'ús de la peça i el seu ambient i temps de deposició (Buxeda i Cau 1995; Cau *et al.* 2002; Ortega *et al.* 2005; López 2008). Segons aquests factors es poden distingir dos tipus:

3.2.1. Calcita secundària parcialment al·lòctona

Suposa la contaminació de la pasta amb la cristal·lització de calcita secundària formada mitjançant hidròlisi a partir de processos retrògrads del CaO i la seva presència informa indirectament de la temperatura de cocció de les peces (Núñez *et al.* 1991). Aquest tipus d'alteració postdeposicional s'ha pogut detectar en ceràmiques que han presentat minerals d'alta temperatura en DRX (anortita, gehlenita, hematites, etc.) i matrius parcialment vitrificades en SEM (Albero 2011b). L'anàlisi amb SEM-EDX a $\times 2000$ ha revelat microcristalls en alguns buits de la matriu que estan formats essencialment de calci. Atès que els cristalls de calcita més petits reaccionen a temperatures més baixes ($\pm 650^\circ\text{C}$) (Linares *et al.* 1983), es pot pensar que aquests cristalls es poden relacionar amb processos de recristal·lització, derivant el calci de la pròpia peça. La cristal·lització de minerals de neo-formació com anortita o gehlenita, comporta la destrucció de determinats minerals rics en calci i la transformació del calci lliure en noves fases minerals (Linares *et al.* 1983; López 2008). Durant l'ús i la deposició de la peça, el contingut de CaO lliure que no ha reaccionat durant la cocció formant noves fases minerals pot assimilar carboni i oxigen procedent de l'atmosfera o de l'aigua present en el sòl, donant lloc a la cristal·lització de calcita a la pasta.

La calcita secundària parcialment al·lòctona documentada es relaciona amb fases d'alta temperatura que

s'originen en la cocció que alteren la composició mineralògica i química de la peça. En qualsevol cas, l'àmplia majoria de fàbriques analitzades es relacionen amb coccions a baixa temperatura (<800 °C) i, per tant, les ceràmiques no van arribar a la temperatura necessària per a la dissociació de CaO i la formació de minerals d'alta temperatura, que es dona a partir de ± 850 °C en aquest tipus de ceràmiques (Albero 2010 i 2011). Pràcticament en totes les mostres analitzades l'estructura cristal·lina de la calcita no ha reaccionat o bé només presenta alteracions tèrmiques lleus, de manera que sembla que la calcita postdeposicional parcialment al·lòctona és una fase poc procliu a donar-se en ceràmiques prehistòriques de Mallorca. Aquesta només s'ha identificat en peces de la Fàbrica 6 (Albero 2011), caracteritzades per una lleugera sobre-cocció i per ser del Bronze Antic (c. 1750-1600 a.C.).

3.2.2. Calcita d'origen completament al·lòcton

L'origen de la calcita secundària continguda en les ceràmiques pot ser de naturalesa completament al·lòctona com a conseqüència de processos d'humectació i dessecació que aporten solucions riques en carbonat càlcic que es dipositen en el sediment on es troba enterrada la peça. D'aquesta manera, els elements químics implicats en la formació de calcita secundària (calci, carboni i oxigen) s'introdueixen durant l'enterrament de la ceràmica afectant la seva composició original, donant implicacions a l'hora de realitzar la interpretació de les dades químiques de les mateixes (Buxeda 1999; De La Fuente 2008). En el cas de les ceràmiques analitzades, en les que rarament es constaten fases d'alta temperatura i alteracions de la matriu o dels cristalls de calcita, s'ha d'assumir que la presència de calcita secundària s'ha de relacionar bàsicament amb una aportació completament externa a la peça i posterior al seu procés de fabricació. L'alt grau de porositat que caracteritza moltes produccions realitzades a mà i cuites a baixes temperatures, especialment les derivades de l'ús de pastes calcàries molt gruixudes, afavoreix la formació d'aquestes fases postdeposicionals. Aquest tipus de calcita secundària pot tenir diferent grau de penetració a la ceràmica, normalment forma concrecions en la seva superfície però també pot estar en la matriu cristal·litzant en porus i fractures (Buxeda i Cau 1995; Freestone 2001; Cau *et al.* 2002; De La Fuente

2008; López 2008). En el registre analitzat s'ha detectat recurrentment calcita secundària totalment al·lòctona amb diferents graus de penetració a la pasta segons el tipus de fàbrica i el grau de porositat de les peces. D'una banda, peces amb una alta porositat associades a fàbriques amb abundant matèria orgànica (>3% en volum) com a desgredant en la qual la calcita secundària és present tant a la matriu, on s'observa micrita omplint els porus (Fig. 1c) i/o les fractures, com en les superfícies i marges de la secció.

En aquests casos, la quantitat de matèria orgànica condiciona, després de la seva combustió, l'obtenció d'un alt nivell de porositat oberta (Albero 2010 i 2011) que afavoreix la migració de les solucions a l'interior de la pasta. D'aquesta manera, la calcita secundària es concentra també, en les mostres que tenen matèria orgànica, a les empremtes deixades a la superfície després de la seva combustió. Per una altra banda, aquelles mostres que presenten <3% de matèria orgànica, una alta quantitat de micro-porus i escassos macroporus en les quals la calcita secundària es limita a generar una fina pel·lícula a la superfície de la ceràmica (Fig. 1d), incidint més rarament als porus i les fractures localitzats als marges de la secció. Alguns autors han assenyalat que aquest tipus de concrecions poden minimitzar contaminacions agressives de la matriu i proporcionar estabilitat, ja que aquesta pel·lícula evitaria la incorporació d'altres elements químics exògens en la composició de la ceràmica (Cau *et al.* 2002; De La Fuente 2008).

Finalment, aquest tipus de calcita també pot donar-se en la pròpia matriu d'aquestes peces cuites a baixa temperatura, ja que aquesta absorbeix cations de Ca que són incorporats a la seva estructura afavorint la formació d'una matriu birrefregent i cristal·lítica. En qualsevol cas, el més habitual és que la calcita secundària es situï en els porus oberts que comuniquen amb l'exterior de la ceràmica. Alguns autors atribueixen l'aparició diferencial d'aquesta fase exclusivament en determinades ceràmiques d'un mateix estrat al fet que alguns productes, com els lactis no fermentats, poden provocar alteracions i anomalies en el percentatge de calci. D'aquesta manera, l'ús de la ceràmica podria haver determinat també l'aparició d'aquesta fase postdeposicional en els porus de la secció (Buxeda i Cau 1995).

3.3. Fixació de clor

A més d'alteracions en les ceràmiques a causa de factors intrínsecs derivats del procés de fabricació i extrínsecs com el soterrament de les peces, cal contemplar altres alteracions que són conseqüència dels processos de gestió (recollida, neteja i emmagatzematge, exposició, etc.) del material. Les accions que es realitzen en aquestes etapes poden generar nous minerals i alterar la composició química de les peces. Un exemple seria la cristal·lització de calclacita durant l'emmagatzematge de les ceràmiques (De La Fuente 2008), la seva absència en les mostres difractades ha permès descartar contaminacions lligades a aquest procés. També, durant la gestió o restauració de les peces es poden introduir diferents tipus de productes que alteren de forma desigual al material arqueològic.

En aquest sentit, s'ha pogut identificar una alteració de la composició química de moltes de les peces del Turó de les Abelles que sembla estar relacionada amb la gestió dels materials arqueològics després de l'excavació. Com sol passar en altres conjunts ceràmics (De La Fuente 2008), aquestes peces es van netejar superficialment amb sulfamat, un producte que conté entre un 10-12% d'àcid clorhídric (Cl H) (Morales 2005). La neteja de les ceràmiques amb aquest producte era una pràctica habitual i sol·licitada pel Museu de Mallorca durant els anys 70 abans de la deposició dels materials (Vallespir c. p.). En aquest sentit, molts materials dipositats en aquest període en els museus són susceptibles de presentar aquest tipus de contaminacions, cosa que cal tenir en compte a l'hora de fer estudis arqueomètrics amb materials procedents de fons museístics. Aquest tipus d'agents externs relativament agressius poden afectar la composició de la pasta, afavorint la reacció dels carbonats i desvirtuant les agrupacions que es realitzen sobre la base de la composició química i mineralògica de les peces.

Com s'ha pogut corroborar petrogràficament i amb binocular a les peces del Turó de les Abelles, la neteja amb aquest producte no va alterar els carbonats presents en les ceràmiques. No obstant això, sí que s'ha pogut observar un increment en la quantitat de clor present en les mostres d'aquest assentament respecte als altres jaciments estudiats (Fig. 1b). Mentre les peces de Closos de Can Gaià han mostrat els nivells més baixos de clor (650-1.300 ppm), seguides de

les del Puig de Sa Morisca (517-2.620 ppm), ambdues netejades sense clorhídric, les peces del Turó de les Abelles han mostrat unes quantitats de clor molt variables i notablement altes (mitja = 13.459 ± 8.586 ppm) arribant a superar en alguns casos les 30.000 ppm. Aquest increment en les concentracions de clor s'ha de relacionar, al menys en part, amb la fixació i cristal·lització de clorurs durant el procés de neteja i emmagatzematge de les peces, que ha estat d'uns 35 anys fins al present estudi, afavorida per l'aportació de Cl al·lòcton (De La Fuente 2008). Tampoc es pot deixar de plantejar un possible origen antròpic de part del clor constatat lligat a la hidratació de la pasta per part dels terrissers, ja que l'aigua dolça o salada que s'utilitza per modelar aporta elements forans en proporcions molt petites que alteren la composició química de la pasta.

L'aigua de mar té un alt contingut en clorurs (± 35 g/l) i si s'utilitza en la confecció d'una ceràmica aquest element quedarà fixat en la pasta mentre l'aigua s'evaporarà. En alguns casos, nivells alts de clor poden estar relacionats amb la utilització d'aigua de mar o bé amb la deposició de les peces en un entorn salí, alterant també les concentracions de sodi, magnesi i potassi (Echalier 1984; Pollard i Heron 1996; Morales 2005; Potter *et al.* 2005). El Turó de les Abelles estava situat adjacent a una albufera de manera que, d'una banda, ha estat més exposat a solucions de caràcter salí. D'altra banda, des d'una perspectiva econòmica, es va poder utilitzar aigua d'aquest ecosistema pròxim per confeccionar les ceràmiques de manera que la seva inclusió en la pasta explicaria també els alts nivells de Cl observats en aquestes mostres i algunes del Puig de Sa Morisca (pe. SM-1351). En aquest sentit, la hipòtesi queda plantejada i s'haurà de confirmar amb futurs estudis experimentals que abordin els efectes de netejar les peces amb àcid clorhídric i hidratar les pastes amb aigua dolça o salada.

3.4. Neteja mecànica de les ceràmiques

També associat al procés de gestió de les ceràmiques cal assenyalar una alteració que val la pena emfatitzar amb l'objectiu de desenvolupar estratègies d'actuació més eficients. Aquesta es relaciona amb la neteja de les peces després de la seva recuperació a l'excavació, un procés que és un requisit dels museus abans d'accedir al dipòsit permanent

dels materials dins els mateixos. Aquesta alteració es relaciona amb l'acció mecànica i abrasiva que s'efectua en fregar raspalls sobre la superfície de les peces, normalment en combinació amb aigua o aigua destil·lada, i que comporta tot un seguit de distorsions en la superfície de les peces. Les ceràmiques solen presentar un llarg cicle de vida en el qual s'inclouen, entre altres fases, els múltiples usos que hagin pogut tenir fins a ser rebutjades definitivament. Al llarg de la seva vida d'ús les ceràmiques solen requerir cert manteniment, és habitual per exemple, la neteja repetida i continuada de les mateixes a través d'accions mecàniques per part dels usuaris (Skibo 1992). Aquesta acció sol deixar una sèrie de microtraces de manteniment que poden variar segons l'estratègia de neteja, el tipus de contingut a netejar i les característiques de la pròpia ceràmica.

L'estudi d'aquestes traces pot aportar informació potencial per aprofundir en la funcionalitat i l'ús de les ceràmiques, així com en les formes d'organització social dels grups humans, permetent construir discursos més complexos. Malauradament, com ha assenyalat A. Hernando (2005), les tasques de manteniment han estat menyspreades per la investigació i, per tant, se'ls ha prestat escassa atenció dins de l'anàlisi de la cultura material. Aquest rebuig cap a les activitats de manteniment podria explicar per què aquestes microtraces han rebut nul·la o escassa atenció en l'estudi de la tecnologia ceràmica.

Les estratègies de neteja de material ceràmic vigents estan destruint les micro-traces de manteniment. L'acció mecànica que es realitza en aquest procés afavoreix la creació d'un palimpsest en el qual es poden superposar traces efectuades en el manteniment quotidià dels objectes en el passat, amb altres que s'efectuen en el dia a dia de la pròpia gestió de la cultura material. Aquest palimpsest dificulta el desenvolupament de futures investigacions centrades en les activitats de manteniment relacionades amb les ceràmiques. En definitiva, es pot estar perdent valuosa informació procedent de molts dels jaciments que s'estan excavant en l'actualitat. Això exigeix fer primer una valoració experimental del grau de distorsió que poden introduir els diferents mètodes de neteja vigents sobre aquestes traces de manteniment per, posteriorment, iniciar una reflexió cap a la recerca de solucions

en què cal estar oberts a valorar i compartir noves estratègies de gestió del material, per exemple l'ús d'aigua i aire comprimit, per netejar les peces.

4. CONCLUSIONS

S'han abordat les possibles alteracions postdeposicionals extrínseques i intrínseques de la composició química i mineralògica constatades en ceràmiques prehistòriques mallorquines. L'objectiu era analitzar la composició de les ceràmiques i obtenir una representació d'aquelles fases postdeposicionals més habituals. Aquesta primera aproximació suposa un precedent que pot ser d'utilitat en futurs estudis centrats en la recerca arqueomètrica i en la gestió de materials arqueològics ceràmics prehistòrics de les Balears.

D'una banda, aquesta aproximació ha permès identificar certes contaminacions en les peces que poden inferir potencialment en les interpretacions dels contextos sistèmics que es deriven de l'estudi de la seva composició, així com en les diferents agrupacions químiques i mineralògiques que es realitzen amb les ceràmiques. En aquest sentit, s'ha comprovat que, a priori, pot resultar problemàtic utilitzar en l'establiment d'aquestes agrupacions elements com el clor, el fòsfor o el calci i fases minerals com la calcita que són susceptibles d'estar alterades.

La utilització d'aquests elements i fases minerals en l'estudi de ceràmiques prehistòriques exigeix necessàriament d'una valoració del seu origen i de les concentracions detectades. D'altra banda, ha permès demostrar com l'aplicació d'anàlisi arqueomètrics en la gestió quotidiana de les ceràmiques arqueològiques pot resultar beneficiosa per als diferents especialistes que treballen amb aquest tipus de materials, en proporcionar informació sobre com s'alteren aquestes durant l'enterrament i en les diverses fases de la cadena de posada en valor del patrimoni i com això pot contribuir a distorsionar o destruir informació potencialment interessant. En aquest sentit, seria beneficiós que des dels propis museus i centres de recerca, sent conscients que les possibilitats analítiques estan limitades necessàriament per la infraestructura i el finançament disponible (Pollard *et al.* 2007), es potenciés l'adquisició d'instrumental o la signatura

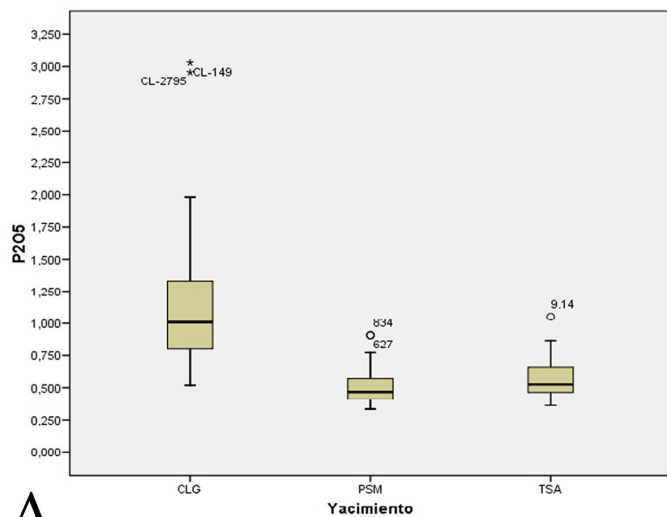
de convenis amb altres institucions envers el desenvolupament d'aquest tipus d'estratègies analítiques per tal d'establir sinergies entre la detecció de patologies en els materials, dissenyar estratègies de conservació adequades a cada peça, fomentar la recerca i, en darrera instància, crear millors dinàmiques museístiques. L'anàlisi arqueomètric pot aportar incentius en cadascuna d'aquestes fases i la seva aplicació reverteix en un objectiu final comú.

Agraïments

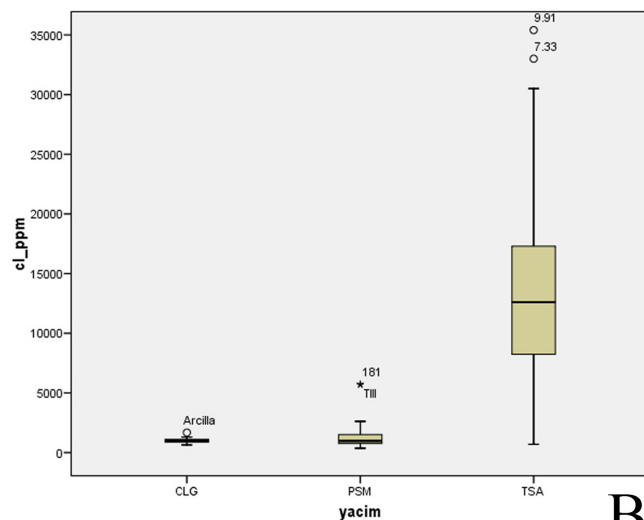
Aquest treball s'ha desenvolupat segons els objectius científics i el finançament del projecte HAR 2012-32620: *Vivir entre islas: paisajes insulares, conectividad y cultura material en las comunidades de las Islas Baleares durante la prehistoria reciente (2500-123 BC)*, finançat pel Ministeri d'Economia i Competitivitat (Espanya).

BIBLIOGRAFIA

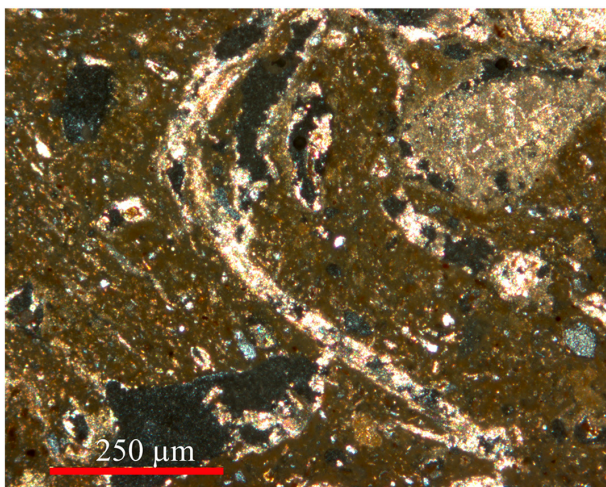
- ALBERO SANTACREU, D. 2010: "Pastas desgrasadas con calcita y pastas desgrasadas con materia vegetal: aproximación experimental". *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* 2 (2), Universidad de Catamarca, Argentina, pp. 18-34.
- ALBERO SANTACREU, D. 2011a: *Caracterización tecnológica, social y adaptación funcional de cerámicas prehistóricas en el Oeste y Sureste de Mallorca (1700-50 BC): aproximación sincrónica y diacrónica a partir del estudio arqueométrico de pastas*. Tesis doctoral electrónica. Universidad de Granada.
- ALBERO SANTACREU, D. 2011b: "What the fire says: firing strategies in Bronze Age potteries from the Balearic Islands (1700-850 B.C.)". *The Old Potter's Almanack* 16 (1), pp. 1-4.
- ALBERO SANTACREU, D.; GARCÍA AMENGUAL, E. 2010: "Estrategias de gestión de los recursos arcillosos en la prehistoria de Mallorca (1000-123 AC): usos cerámicos y no cerámicos". En (Ed. M^a E. Saiz, R. López, M^a A. Cano y J. C. Calvo) *Actas del VIII Congreso Ibérico de Arqueometría*, Seminario de Arqueología y Etnología Turolense, pp. 317-325.
- ALBERO SANTACREU, D.; MATEU VICENS, G. 2012: "Raw materials and pottery production at the Late Bronze and Iron Age Site of Puig de Sa Morisca (Mallorca, Spain)". *Geoarchaeology* 27 (4), pp. 285-299.
- ALBERO SANTACREU, D.; GARCÍA ROSSELLÓ, J.; CALVO TRIAS, M. En premsa: "Pottery Production in Santa Ponsa (Majorca, Spain) from the Late Bronze to the Late Iron Age (1100-50 BC): Ceramics, Technology and Society". En (Ed. M. Martínón-Torres y C. Cartwright) *From Craft to Science*, Ed. Archetype, Londres.
- ARNOLD, D. E. 2000: "Does the standarization of ceramic pastes really mean standarization?" *Journal of Archaeological Method and Theory* 7, pp. 333-375.
- BOLLONG, C.; VOGEL, J.; JACOBSON, L.; VAN DER WISTHUIZEN, W.; SAMPSON, C. 1993: "Direct dating and identity of fiber temper in Pre-contact Bushman (Basarwa) pottery". *Journal of Archaeological Science* 20, pp. 41-55.
- BUXEDA, J. 1999: "Alteration and Contamination of Archaeological Ceramics: The Perturbation Problem". *Journal of Archaeological Science* 26, pp. 295-313.
- BUXEDA, J.; CAU, M. A. 1995: "Identificación y significado de la calcita secundaria en cerámicas arqueológicas". *Complutum* 6, pp. 293-309.
- BUXEDA, J.; KILIKOGLOU, V.; DAY, P. M. 2001: "Chemical and mineralogical alterations of ceramics from a Late Bronze Age kiln at Kommos, Crete: The effect on the formation of a reference group". *Archaeometry* 43 (3), pp. 349-371.
- BUXEDA, J.; MOMMSEN, H.; TSOLAKIDOU, A. 2002: "Alterations of Na, K and Rb concentrations in Mycenaean pottery and a proposed explanation using X ray diffraction". *Archaeometry* 44 (2), pp. 187-198.
- CAMPS, J.; VALLESPÍR, A. 1998: *El Turó de les Abelles*. Col·lecció La Deixa 1, Monografies de Patrimoni Històric, Consell de Mallorca.
- CAU ONTIVEROS, M. A.; DAY, P. M.; MONTANA, G. 2002: "Secondary calcite in archaeological ceramics: evaluation of alteration and contamination processes by thin section study". *BAR International Series* 1011, pp. 9-18.



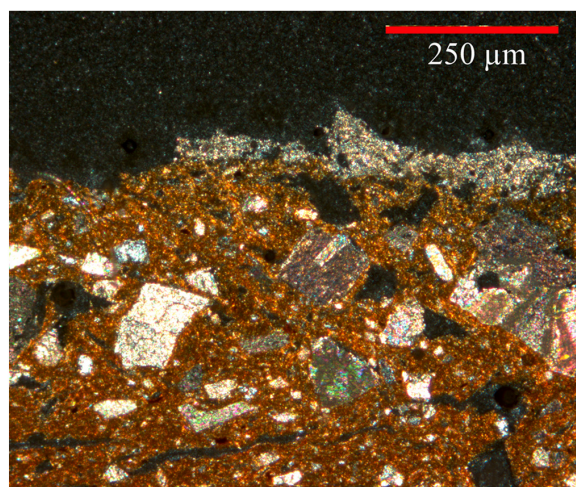
A



B



C



D

Figura 1. Diagrama de caixes mostrant la tendència central i els extrems de: A) el percentatge de fòsfor i B) les concentracions de clor (en parts per milió) de les mostres ceràmiques segons jaciment: Closos de Can Gaià (CLG), Puig de sa Morisca (PSM) i Turó de les Abelles (TSA). C i D) Microfotografies de làmines primes amb nìcols creuats mostrant (c) calcita micrita omplint un porus deixat per una fibra de matèria orgànica (SM-140) i (d) calcita micrita a la superfície (SM-468).

- DE LA FUENTE, G. 2008: "Post-Depositional Chemical Alterations in Archaeological Ceramics: a critical review and implications for their conservation". *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica 1* (2), pp. 21-37.
- DUNNELL, R.; HUNT, T. 1990: "Elemental Composition and Inference of Ceramic Vessel Function". *Current Anthropology 31* (3), pp. 330-336.
- ECHALLIER, J. C. 1984: *Éléments de Technologie Céramique et d'Analyse des Terres Cuites Archéologiques*. Documents d'Archéologie Méridionale: Méthodes et Techniques 3.
- FANTUZZI, L. 2010: "La alteración posdeposicional del material cerámico. Agentes, procesos y consecuencias para su preservación e interpretación arqueológica". *Comechingonia Virtual 4* (1), pp. 27-59.
- FREESTONE, I. C. 2001: "Post-depositional changes in archaeological ceramics and glasses". En: (Eds. D. R. Brothwell y A. M. Pollard) *Handbook of Archaeological Sciences*, pp. 615-625. John Wiley & Sons Ltd.
- FREESTONE, I. C.; MEEKS, N. D.; MIDDLETON, A. P. 1985: "Retention of phosphate in buried ceramics: an electron micro-beam approach". *Archaeometry 27*, pp. 161-177.
- FREESTONE, I. C.; MIDDLETON, A. P.; MEEKS, N. D. 1994: "Significance of Phosphate in Ceramic Bodies: discussion of paper by Bollong et al.". *Journal of Archaeological Science 21* (3), pp. 425-426.
- GUERRERO, V.; CALVO, M.; SALVÁ, B. 2002: "La cultura Talayótica: una sociedad de la edad del hierro en la periferia de la colonización fenicia". *Complutum 13*, pp. 221-25.
- GUERRERO, V.; CALVO, M.; GARCÍA, J.; GORNÉS, S. 2007: *Prehistoria de las Islas Baleares: Registro arqueológico y evolución social antes de la Edad del Hierro*. BAR Internacional Series 1690, Oxford.
- HERNANDO GONZALO, A. 2005: ¿Por qué la Historia no ha valorado las actividades de mantenimiento? En *Dones i activitats de manteniment en temps de canvi*. Treballs d'Arqueologia 11, pp. 115-133.
- KLEIN, M.; JESSE, F.; KASPER, H. U.; GÖLDEN, A. 2004: "Chemical characterization of ancient pottery from Sudan by X-ray fluorescence spectrometry (XRF), electron microprobe analyses (EMPA) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)". *Archaeometry 46*, pp. 339-356.
- LINARES, J.; HUERTAS, F.; CAPEL, J. 1983: "La arcilla como material cerámico: características y comportamiento". *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada 8*, pp. 479-490.
- LÓPEZ, M. 2008: "Alteraciones de Superficies y Pastas de Cerámica Arqueológica. Un Caso de Estudio en Quebrada de Humahuaca, Jujuy, República Argentina". *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica 1* (2), pp. 1-11.
- MARITAN, L.; MAZZOLI, C. 2004: "Phosphates in archaeological finds: implications for environmental conditions of burial". *Archaeometry 46* (4), pp. 673-683.
- MOMMSEN, H. 2004: "Provenancing of pottery: The need for an integrated approach?" *Archaeometry 46* (2), pp. 267-271.
- MORALES GÜETO, J. 2005: *Tecnología de los materiales cerámicos*. Consejería de Educación, Comunidad de Madrid.
- NUÑEZ, R., CAPEL, J., REYES, E. 1991: "Hidrólisis de materiales cerámicos: estudio preliminar". *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía 14*, pp. 89-94.
- ORTEGA, L. A.; ZULUAGA, M. C.; ALONSO, A.; OLAETXEA, C. 2005: "El estudio arqueométrico de las producciones cerámicas". *Munibe 57*, pp. 365-388.
- POLLARD, M.; HERON, C. 1996: *Archaeological Chemistry*. The Royal Society of Chemistry, RSC Paperbacks.
- POLLARD, M.; BATT, C.; STERN, B.; YOUNG, S. 2007: *Analytical chemistry in archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge.
- POTTER, P.; MAYNARD, J.; DEPETRIS, P. 2005: *Mud and mudstones: introduction and overview*. Springer.
- SCHIFFER, M. B. 1976: *Behavioural Archaeology*. Academic Press, New York.
- SCHWEDT, A.; MOMMSEN, H.; ZACHARIAS, N.; BUXEDA I GARRIGÓS, J. 2006 "Analcime crystallization and compositional profiles: Comparing approaches to detect

post-depositional alterations in archaeological pottery”. *Archaeometry* 48 (2), pp. 237-251.

SKIBO, J. M. 1992: *Pottery function: A use alteration perspective*. Interdisciplinary Contributions to Archaeology, Plenum Press. Nueva York-Londres.

TSCHEGG, C. 2009: “Post-depositional surface whitening of ceramic artifacts: alteration mechanisms and consequences”. *Journal of Archaeological Science* 36, pp. 2.155-2.161.