

# LES PINTURES MURALS DE LA BASÍLICA PALEOCRISTIANA DE «ES CAP DES PORT» (FORNELLS, MENORCA): MATERIALS I TÈCNIQUES

E. TSANTINI

J. BUXEDA I GARRIGÓS

M. A. CAU ONTIVEROS

J. M. GURT I ESPARRAGUERA

*Equip de Recerca Arqueomètrica. Universitat de Barcelona\**

## RESUM

El present treball ofereix una revisió de les pintures murals de la basílica de «Es Cap des Port» (Fornells, Menorca), així com un estudi de caracterització arqueomètrica dels materials i tècniques per microscòpia òptica, tant amb lupa binocular com amb microscopi petrogràfic mitjançant làmina prima, difracció de raigs X i microscòpia electrònica de rastreig. Els resultats han permès identificar els pigments emprats, així com la seva tècnica d'aplicació. Igualment, han permès caracteritzar els morters i han desvelat l'existència de dos tipus diferents de suport. Malgrat aquestes diferències en els morters, els pigments són sempre els mateixos per a tots els conjunts pictòrics caracteritzats.

## PARAULES CLAU

Pintura mural, pigment, morter, tècnica, antiguitat tardana, basílica paleocristiana, Menorca, arqueometria, microscòpia òptica, difracció de raigs X, microscòpia electrònica de rastreig.

## ABSTRACT

The present paper offers a revision of the wall paintings found at the early Christian church of «Es Cap des Port» (Fornells, Menorca). Moreover, the materials and techniques employed have been archaeometrically studied by means of optical microscopy, both with stereomicroscope and petrographic microscope by thin section, X-ray diffraction and scanning electron microscopy. The results enable to identify the pigments used, as well as the techniques of application. It has also been possible to characterize the mortars, revealing the existence of two different types of support. In spite of these differences in the mortars, the pigments used are the same ones for all the studied wall paintings.

## KEY WORDS

Wall painting, Pigment, Mortar, Technique, Late Antiquity, Early Christian church, Menorca, Archaeometry, Optical microscopy, X-ray diffraction, Scanning electron microscopy.

## 1. INTRODUCCIÓ

**D**urant l'antiguitat tardana, les Illes Balears van ser organitzades administrativament formant l'*Insularum Balearium* després dels anys 369-370 (Amengual, 1991) i com a tal varen ésser una província romana fins que l'any 455 van ésser conquerides pels vàndals, separant-se de l'esdevenir

històric d'*Hispania*. La dominació per part del *Regnum Vandalarum* s'acabarà amb la conquesta bizantina l'any 534. Des d'aquest moment les Balears passaran a formar part d'aquest imperi

\* Equip de Recerca Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAUB), Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia de la Universitat de Barcelona, C/ Baldiri i Reixac, s/n, 08028 Barcelona.

fins a la conquesta islàmica del 902. Malgrat tot, és probable que a la pràctica les illes haguessin quedat en una posició molt marginal dintre de l'imperi bizantí, formant fins i tot un estat semi-independent (Rosselló, 1973), des de la pèrdua pels bizantins de *Carthago Spartaria* l'any 625 enfront de l'expansió visigoda i de la pèrdua, durant el mateix s. VII, del nord d'Àfrica davant l'avanç islàmic.

En aquest marc, l'origen i la dinàmica de la implantació cristiana a la *Diocesis Hispaniarum* i a l'*Insularum Balearium* no estan gaire clars (Sotomayor, 1982) i, malgrat que les fonts escrites esmenten l'existència de comunitats cristianes ben organitzades des de principi del segle III, arqueològicament això no queda ben evidenciat fins a final del segle IV o inici del segle V (Palol, 1967a; Amengual, 1991). Aquesta evidència arqueològica té la seva màxima expressió en les estructures de culte eucarístic. L'estudi de la seva arquitectura i de les seves ornamentacions apunten a una possible multiplicitat d'influències, des de la nord-africana fins a la bizantina (Palol, 1967a, 1967b, 1967c, 1982a, 1982b, 1994; Sotomayor, 1982; Barral, 1994; Godoy, 1995). La basílica de «Es Cap des Port», a diferència de la resta de basíliques de les Balears, sembla respondre a normes estructurals possiblement bizantines i de fet l'estudi de la modulació de l'edifici demostra que es tracta d'un conjunt cristià lligat amb la tradició oriental (Gurt i Buxeda, 1996), molt possiblement de caire monàstic.

Aquest conjunt de «Es Cap des Port», situat a la badia de Fornells en la costa nord de l'illa de Menorca i datat entre el segle V i VII d.C., inclou, a part de la basílica, tot un seguit de dependències que permeten suposar-li el seu caràcter monàstic. Descobert inicialment l'any 1958, les primeres excavacions arqueològiques sistemàtiques no varen ésser iniciades fins l'any 1975 de la mà de l'Institut d'Arqueologia de la Universitat de Barcelona. L'any 1976 s'hi van descobrir, a la part nord de la basílica, el baptisteri i uns àmbits que havien estat transformats en cambres funeràries, trobant-se, en el nivell d'abandonament de la mateixa àrea, un nombre molt important de fragments de pintures murals que possiblement ornamentaven les habitacions descobertes durant aquella campanya (Palol, 1967a, 1967b, 1982a, 1982b, 1994).

La troballa d'aquestes pintures murals és en realitat de gran importància donada la seva singularitat. En general, les basíliques de les Balears es caracteritzen per la profusió de mosaics, que han estat trobats a Es Fornàs de Torelló i Illa del Rei, a

Menorca, i a Son Peretó, Santa Maria del Camí i Son Fadrinet, a Mallorca (Palol, 1967a, 1967c; Guàrdia, 1988a, 1988b; Tena, 1994; Orfila *et al.*, 2000). Per contra, aquests elements són quasi totalment absents a les basíliques de la Península, on només apareixen a Terrassa i a la vil·la Fortunatus, i a més en aquest darrer cas com a elements de la pròpia vil·la (Palol, 1967a). Malgrat tot, Fornells és singular dins de les Illes Balears, ja que no són pas paviments musius el que presenta, sinó ornamentació pictòrica. I en això és l'única basílica de les Balears i quasi l'única si incloem també la Península, ja que en aquesta àrea, com indica Abad (1982 i 1992), només hi ha decoracions pictòriques a la basílica de la necròpolis paleocristiana de Tarragona i a la basílica de Vega del Mar (Màlaga). Un cas a part són els conjunts pictòrics de Barcelona, on s'han trobat restes de pintures a la possible basílica (Adroer, 1965; Palol, 1967a), encara que aquest edifici podria no correspondre a una basílica (Godoy i Gurt, 1998), però també al baptisteri amb un text pintat amb què es pot datar en els segles V-VI (Fabre *et al.*, 1997: 361-363).

En concret, les pintures murals de Fornells presenten, segons l'estudi realitzat per Puig (1982), almenys sis grans conjunts iconogràfics, dels quals aquesta autora va realitzar els dibuixos de la seva possible restitució, encara que només tres van ésser recollits en la publicació. A més, Puig també va interpretar la possible existència d'altres sis conjunts més petits, dels quals mai no en va realitzar cap dibuix de proposta de restitució. Tots aquests conjunts es troben en les quatre habitacions 6, 7, 8 i 9 de l'àmbit basilical (figura 1) i es datarien possiblement a l'entorn del s. VI.

Donada la profusió de conjunts pictòrics que es troben a Fornells, aquest conjunt representa una oportunitat excepcional per a millorar la informació tecnològica sobre la pintura mural eclesiàstica paleocristiana a les Balears i *Hispania*. És per això que un dels objectius generals d'aquest treball és l'iniciar una base de dades sobre pigments, materials i tècniques utilitzats tant per a la superfície pictòrica com per a la preparació dels morters durant l'antiguitat tardana, intentant relacionar posteriorment aquests aspectes tecnològics amb els factors econòmics, geogràfics i cronològics. El present article parteix d'una revisió dels conjunts pictòrics de l'edifici. A continuació es proporcionen la rutina analítica seguida en l'estudi de les pintures i els resultats analítics organitzats a partir bàsicament del color. Finalment, les conclusions obren tota una sèrie d'interrogants que no fan més que evidenciar la necessitat de continuar la tasca iniciada.

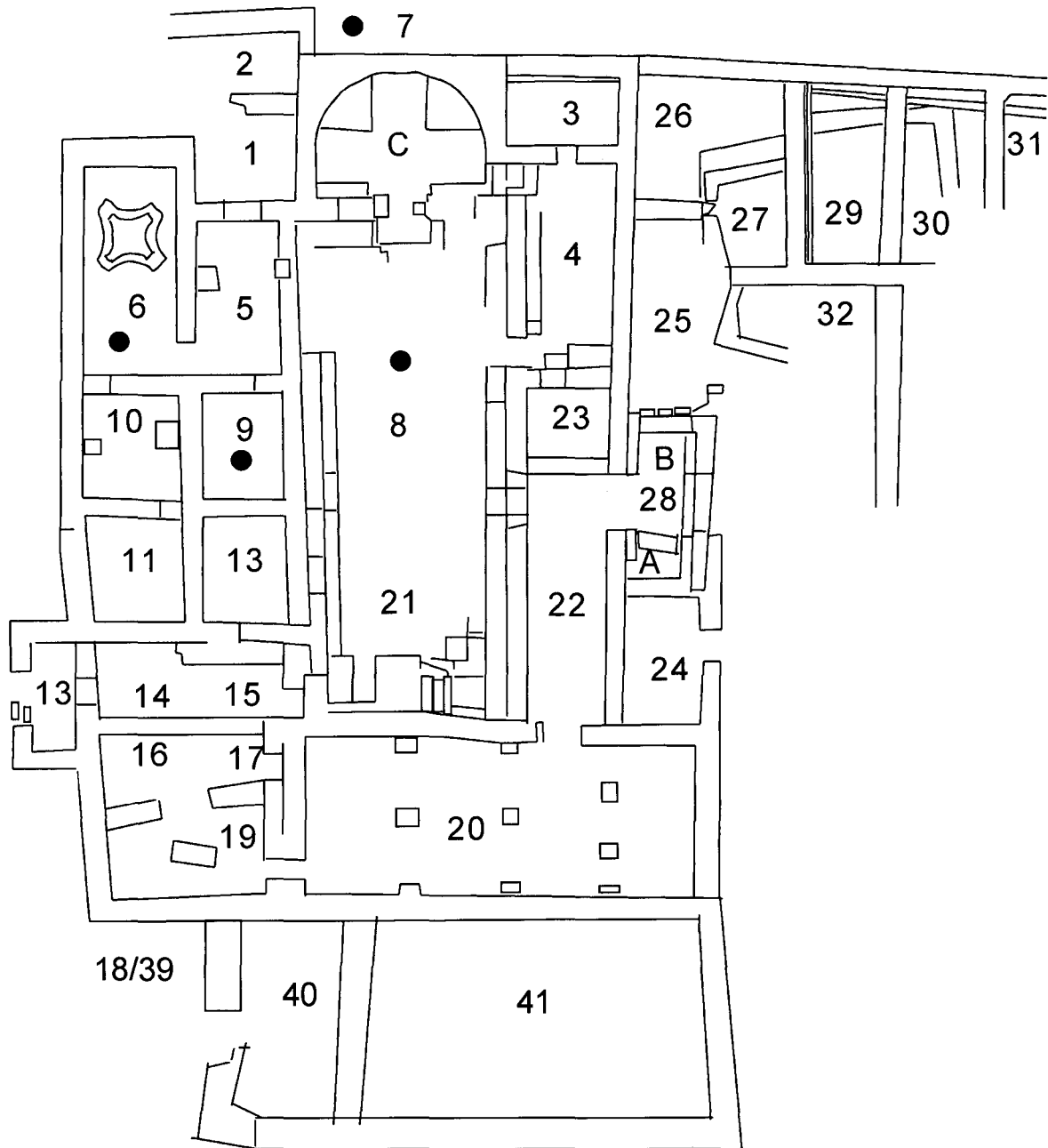


FIGURA 1: Planta esquemàtica del jaciment de «Es Cap des Port» de Fornells, amb les diverses habitacions numerades. Els punts indiquen les habitacions on s'han trobat restes de pintures murals.

## 2. DESCRIPCIÓ DELS CONJUNTS PICTÒRICS

Les pintures murals de «Es Cap des Port» van ésser estudiades per Puig (1982), a partir dels fragments pictòrics recollits en l'excavació de les habitacions 6, 7, 8 i 9. Aquesta autora va interpretar que fragments apareguts en diferents habitacions d'excavació pertanyien en realitat al mateix conjunt pictòric. Com a resultat, distingeix el que ella anomena tres ambients (6-8, 7 i 9), dins dels quals es troben

diversos conjunts, sis de majors i sis menors, que formen unitats iconogràfiques separades.

Abans de la caracterització arqueomètrica d'aquestes pintures murals, es procedí a fer una revisió dels fragments existents d'aquestes pintures murals, per a elaborar-ne un inventari definitiu i per a dissenyar l'estratègia de mostreig. Aquesta revisió, en cap cas tenia per objectiu fer un nou estudi iconogràfic de les pintures i, per tant, es partia d'una acceptació inicial de la proposta de Puig. Aquesta revisió va permetre observar que el total de fragments ascendia

a 416, dels quals només 245 havien estat considerats en profunditat per aquesta autora. Considerant la totalitat dels fragments i les seves relacions físiques, s'ha comprovat que cal fer alguns canvis amb relació als conjunts plantejats per Puig. A més, es va comprovar que el color gris esmentat per l'autora es tractava en realitat d'un color blau i com a tal figura en la subsegüent revisió dels conjunts. A més, es va poder comprovar que 234 fragments presentaven algun tipus de grafit, dels quals 88 presenten grafit amb textos escrits (74 dins dels conjunts pictòrics proposats per Puig i 14 en fragments no assignats), possiblement en grec, però també en llatí. A més, es va constatar l'existència d'un possible text pintat en dos fragments, procedents de l'habitació 9, conjunt 5, que casaven.

### **2.1. Ambient 6-8/Conjunt 1**

La proposta de Puig (figura 2, superior) per a aquest conjunt iconogràfic presenta una composició de rombes amb els quatre angles iguals, acolorits i separats amb bandes grogues de tons foscos i clars, que estan decorades amb línies ondulades de color vermell o blau. Els rombes presenten una àmplia variació cromàtica: fons blau clar amb taques negres, fons vermell amb taques blaves molt clares, fons vermell fosc llis, fons negre i fons blanc amb taques vermelles.

La revisió d'aquest conjunt (figura 2, inferior) ha permès comprovar que el nombre total de fragments a l'ambient 6-8/conjunt 1 és de 46, dels quals tres no estan presents en el dibuix original (ET/8/0/26, ET/8/0/29, ET/6/0/1). A més, hi ha fragments nous que no havien estat considerats per Puig i que casen amb fragments que sí havia dibuixat i que obliguen a canviar la posició d'altres fragments, així com fragments que en el dibuix apareixen separats, però que en realitat casen entre ells. D'aquests canvis cal destacar el fet que el fragment ET/8/0/33 casa amb els fragments ET/8/0/34 i ET/8/0/52, i que el nou fragment ET/6/0/1 casa amb els fragments ET/8/0/30 i ET/8/0/31. Aquests dos fets han de comportar necessàriament una modificació de la proposta inicial. A més, hi ha tres fragments (indicats amb interrogants en la figura 2, inferior) que no han estat identificats durant la revisió dels materials. En aquest conjunt, hi ha 14 fragments que presenten grafit de text.

### **2.2. Ambient 6-8/Conjunt 2**

Aquest conjunt proposat per Puig (figura 3, superior) és molt semblant al Conjunt 1 del mateix

ambient, però els angles dels rombes ja no són tots iguals sinó que tenen 94 i 86°.

La revisió (figura 3, inferior) ha permès associar-li un total de 42 fragments, dels quals tres no apareixen en el dibuix original (ET/6-8/4/5, ET/6-8/4/49, ET/6-8/4/18). El primer i el tercer d'aquests nous fragments casen amb fragments presents als dibuixos i obligarien a canviar la proposta inicial. A més, com en el conjunt anterior, també hi ha tres fragments (indicats amb interrogants en la figura 3, inferior) que no han estat identificats durant la revisió dels materials. En aquest conjunt, hi ha 13 fragments que presenten grafit de text.

### **2.3. Ambient 6-8/Conjunt 3**

La proposta de Puig (figura 4, superior) presenta una composició d'un rectangle blau amb petites pinzellades de color negre i vermell envoltat de color blanc a tres dels seus costats (esquerra, dreta i part inferior) amb decoració de línies ondulades. A la part superior del rectangle blau hi ha una àrea negra.

En aquest cas, la revisió ha permès constatar que tan sols els 11 fragments del dibuix formen part d'aquest conjunt i que no hi ha canvis a destacar (figura 4, inferior). En aquest conjunt, hi ha només 2 fragments que presenten grafit de text.

### **2.4. Ambient 6-8/Conjunt 4**

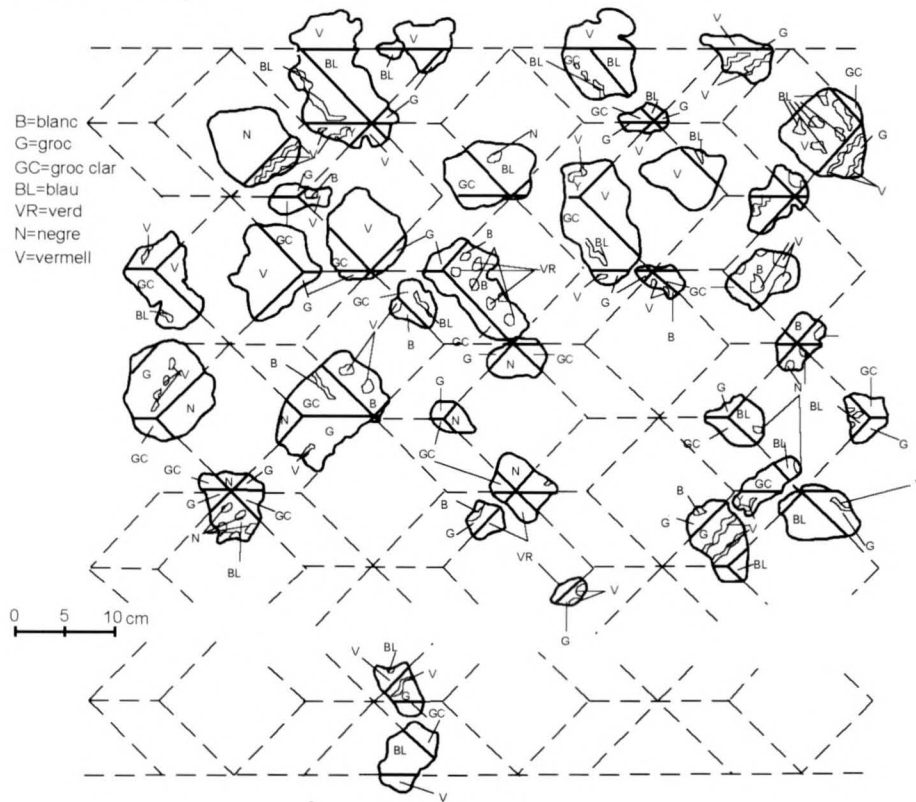
Aquest conjunt, que va ser descrit però no dibuixat per Puig, conté tres fragments de fons groc i una banda blanca. La part groga està decorada amb petites pinzellades de vermell fosc i negre i se separa de la part blanca per línies negres.

La revisió no ha permès identificar amb seguretat els 3 fragments assignats a aquest conjunt.

### **2.5. Ambient 6-8/Conjunt 5**

El conjunt proposat per Puig (figura 5, superior) comença amb una banda blanca, continua amb una àrea groga decorada amb motius de color vermell, interrompuda per semicercles de color verd. Després presenta una àrea verda decorada amb línies semicirculars i triangles de color negre.

Ambient 6-8/Conjunt 1



Ambient 6-8/Conjunt 1/Sigles dels fragments

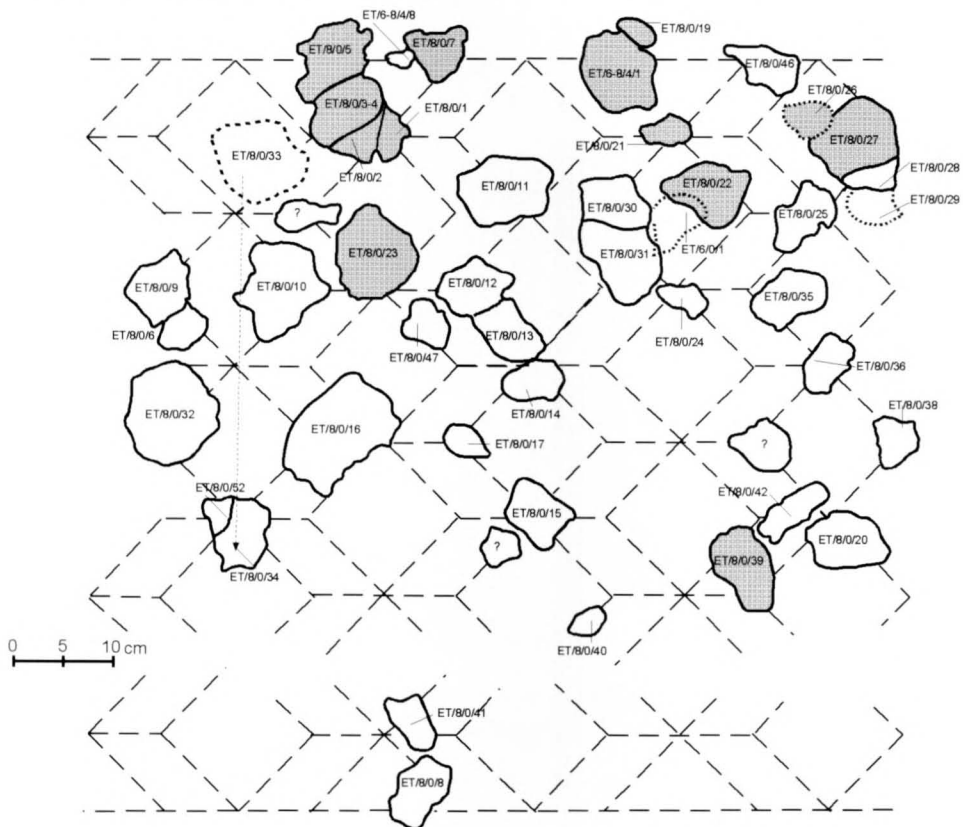
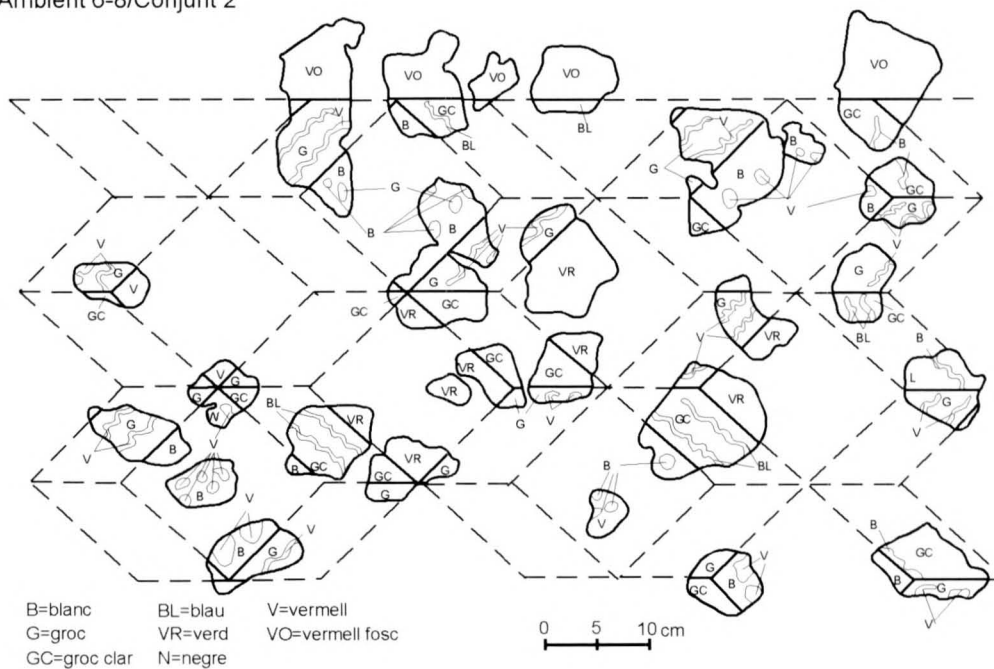


FIGURA 2: Superior: proposta inicial de Puig (1982: 423, figura 35) per a l'Ambient 6-8/Conjunt 1. Inferior: resultat de la revisió d'aquest conjunt, amb la identificació dels fragments amb la seva sigla d'inventari. Amb interrogant, fragments no identificats durant la revisió. En gris, fragments que presenten grafits de text.

Ambient 6-8/Conjunt 2



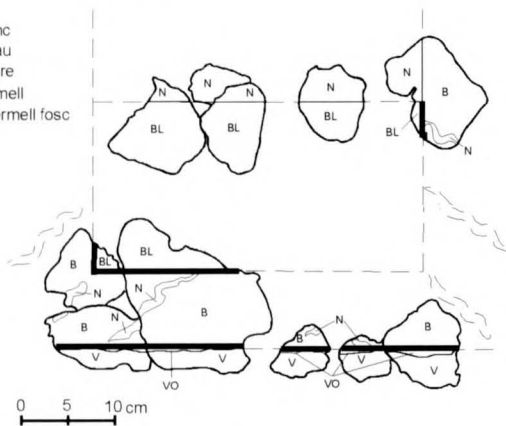
Ambient 6-8/Conjunt 2/Sigles dels fragments



FIGURA 3: Superior: proposta inicial de Puig (1982: 425, figura 36) per a l'Ambient 6-8/Conjunt 2. Inferior: resultat de la revisió d'aquest conjunt, amb la identificació dels fragments amb la seva sigla d'inventari. Amb interrogant, fragments no identificats durant la revisió. En gris, fragments que presenten grafit de text.

### Ambient 6-8/Conjunt 3

B=blanc  
BL=blau  
N=negre  
V=vermell  
VO=vermell fosc



### Ambient 6-8/Conjunt 3/Sigles dels fragments

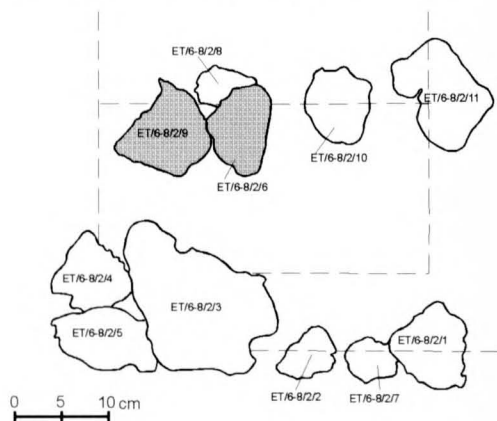


FIGURA 4: Superior: proposta inicial de Puig (dibuix inèdit) per a l'Ambient 6-8/Conjunt 3. Inferior: resultat de la revisió d'aquest conjunt, amb la identificació dels fragments amb la seva sigla d'inventari. En gris, fragments que presenten grafits de text.

La revisió del conjunt (figura 5, inferior) ha permès comprovar que el nombre total de fragments és de 47, dos dels quals no apareixen al dibuix original (ET/6-8/3/6 i ET/6/0/76). Aquests fragments casen amb d'altres inclosos en el dibuix, sense que això suposés cap alteració de la proposta original. En aquest conjunt, hi ha 23 fragments que presenten grafits de text.

## 2.6. Ambient 6-8/Conjunt 6

Aquest conjunt, que també va ser descrit però no dibuixat per Puig, conté 22 fragments decorats amb una banda de color vermell fosc i una de blanca.

La revisió no ha aportat cap canvi a la proposta de Puig. En aquest conjunt, hi ha 18 fragments que presenten grafits de text.

## 2.7. Ambient 7

A l'Ambient 7, Puig proposa l'existència d'un únic conjunt format per 5 fragments de fons negre decorat amb taques de color vermell, groc i marró.

La revisió ha permès comprovar que un fragment assignat inicialment a aquest conjunt (ET/7/0/1) casa amb un fragment de l'Ambient 9/Conjunt 2 (ET/9/2/1), conjunt al qual ha estat reassignat. En aquest conjunt, hi ha 3 fragments que presenten grafits de text.

## 2.8. Ambient 9/Conjunt 1

La proposta de Puig (figura 6, superior) presenta una composició geomètrica de quadres, rectangles, cercles, semicercles i triangles amb els següents colors dominants: marró, blau, vermell, verd i groc. Les parts marrons i grogues estan decorades amb motius de color vermell.

La revisió realitzada mostra que el conjunt té un total de 8 fragments, sense que hi hagi cap canvi en la proposta original (figura 6, inferior).

## 2.9. Ambient 9/Conjunt 2

Aquesta composició està descrita però no dibuixada per Puig. Conté 8 fragments de fons blanc decorats amb línies de color blau, marró clar i negre.

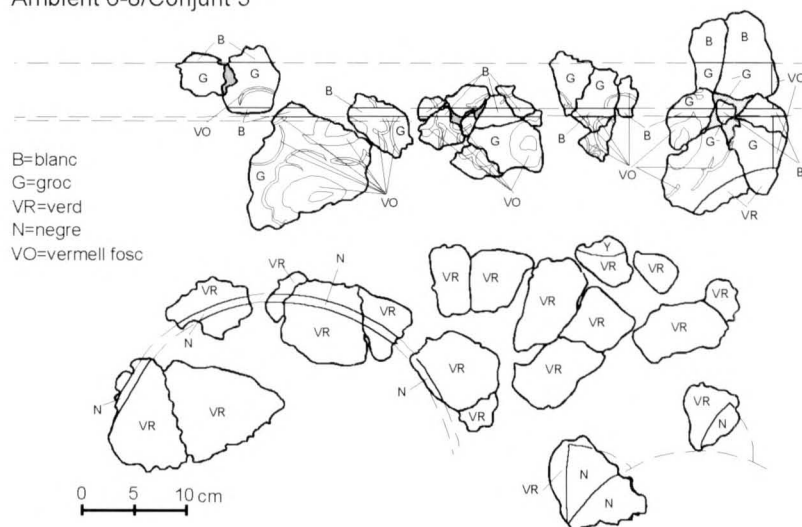
La revisió realitzada ha permès comprovar que el fragment ET/7/0/1 casa amb el fragment ET/9/2/1, augmentant en un el nombre de fragments en aquest conjunt. En aquest conjunt, tan sols hi ha un únic fragment que presenta grafits de text. Cal destacar que aquest és l'únic fragment dels conjunts de l'Ambient 9 que no presenta cap tipus de grafit de text.

## 2.10. Ambient 9/Conjunt 3

La composició del conjunt d'acord amb la interpretació de Puig (figura 7, superior) consta d'un seguit de línies ondulades sobre un fons blanc. El nombre de fragments que pertanyen a aquest conjunt és de 9.

La revisió ha permès constatar que el fragment ET/9/3/10 casa amb el ET/9/3/9, mentre que els

### Ambient 6-8/Conjunt 5



### Ambient 6-8/Conjunt 5/Sigles dels fragments

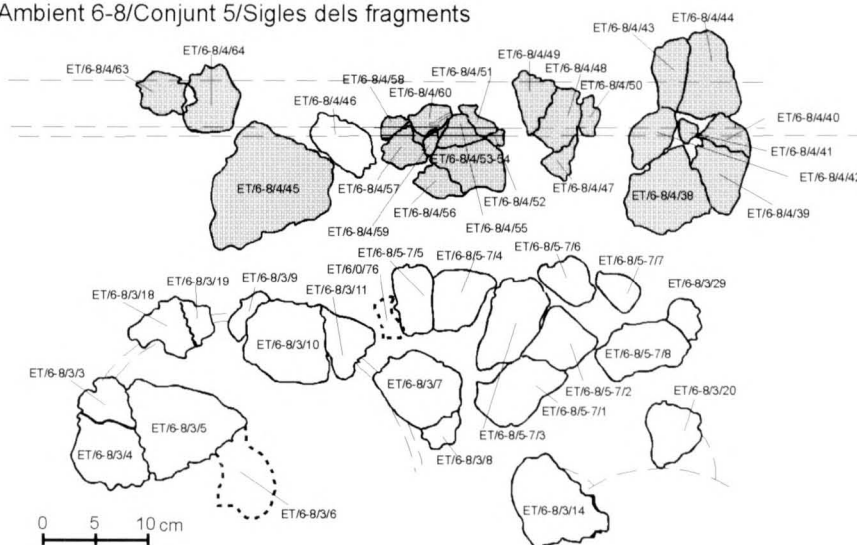


FIGURA 5: Superior: proposta inicial de Puig (dibuix inèdit) per a l'Ambient 6-8/Conjunt 5. Inferior: resultat de la revisió d'aquest conjunt, amb la identificació dels fragments amb la seva sigla d'inventari. En gris, fragments que presenten grafits de text.

fragments ET/9/3/7 i ET/9/3/8 casen amb els fragments ET/9/3/5 i ET/9/3/6, obligant a canviar, parcialment, la proposta original (figura 7, inferior).

## 2.11. Ambient 9/Conjunt 4

Aquest conjunt, descrit però no dibuixat per Puig, conté 5 fragments decorats amb una banda vermella i una banda verda que se separen amb una línia groga sobreposada.

La revisió actual tampoc no aporta cap canvi a la proposta inicial.

## 2.12. Ambient 9/Conjunt 5

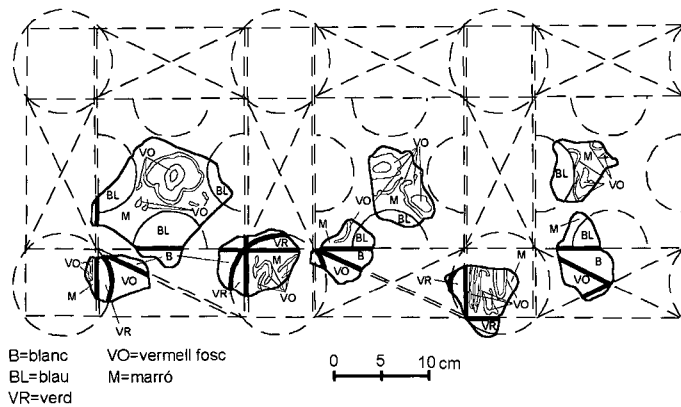
Aquest darrer conjunt proposat per Puig, del qual tampoc no va realitzar cap dibuix, consta de 5 fragments amb base de color blanc que originalment portava pintura vermella, la qual ara ja està gairebé perduda.

Com en altres casos anteriors, la revisió realitzada no fa variar la proposta de Puig.

Finalment, cal tenir present que, a part dels conjunts descrits fins ara, que inclouen 211 fragments, hi ha 205 fragments que no es poden atri-



Ambient 9/Conjunt 1



Ambient 9/Conjunt 1/Sigles dels fragments

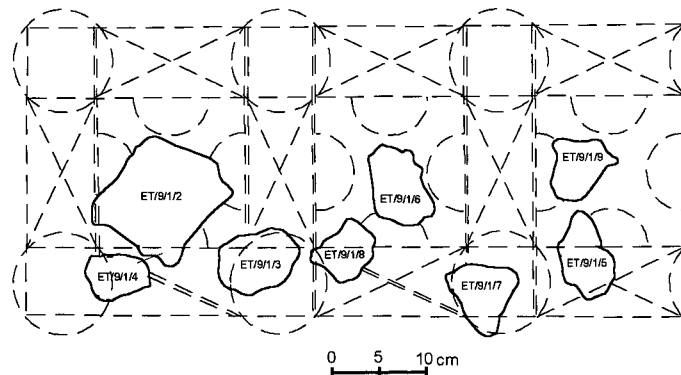
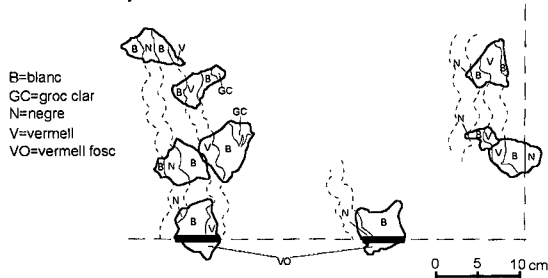


FIGURA 6: Superior: proposta inicial de Puig (1982: 427, figura 37) per a l'Ambient 9/Conjunt 1. Inferior: resultat de la revisió d'aquest conjunt, amb la identificació dels fragments amb la seva sigla d'inventari.

Ambient 9/Conjunt 3



Ambient 9/Conjunt 3/Sigles dels fragments

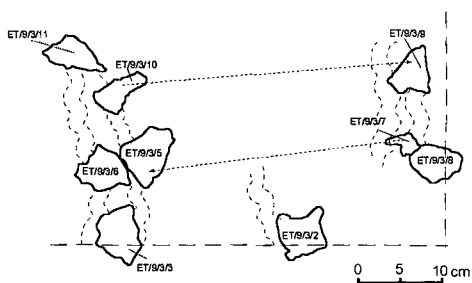


FIGURA 7: Superior: proposta inicial de Puig (dibuix inèdit) per a l'Ambient 9/Conjunt 3. Inferior: resultat de la revisió d'aquest conjunt, amb la identificació dels fragments amb la seva sigla d'inventari.

buir clarament a cap dels conjunt iconogràfics proposats per Puig.

### 3. MOSTREIG I RUTINA ANALÍTICA

Si bé aquests fragments havien estat netejats mecànicament i consolidats durant els anys 70 amb Paraloid B 72 dissolt en toluè al 5% (Puig, 1982), en una primera fase de l'estudi, tots els 416 fragments existents han estat novament sotmesos a una neteja mecànica i química durant la qual han estat observats amb una lupa binocular Olympus SZH, equipada amb un zoom continuat de 7.5X a 64X, objectius d'1X i 2X, oculars de 10X i una font d'il·luminació de font freda Europe Highlight 3000, estandarditzant-se les observacions a 10X, 25X, 50X i 100X. D'aquesta manera s'ha pogut fer una observació preliminar tant del morter, com dels pigments i de les seves tècniques d'aplicació. Com s'exposarà posteriorment, aquest estudi preliminar de tots els fragments indiquen la possibilitat que puguin existir dos grans grups. El primer inclouria els con-

junts iconogràfics Ambient 6-8/Conjunt 1 i Ambient 6-8/Conjunt 2, així com la major part dels fragments que no estan inclosos en cap dels conjunts iconogràfics proposats, procedint de manera majoritària de les habitacions 6 i 8. El segon grup inclouria la resta dels conjunts, independentment de l'ambient a què pertanyen, i una minoria dels fragments no inclosos en cap conjunt iconogràfic i procedents, majoritàriament, de les habitacions 7 i 9.

Per a la primera fase de caracterització analítica de les pintures de «Es Cap des Port» se seleccionaren 28 mostres procedents de 20 individus diferents (taula 1), que, pertanyents d'una banda al conjunt iconogràfic Ambient 6-8/Conjunt 2 (figura 3) i a tres fragments no inclosos en cap conjunt iconogràfic, i d'una altra banda a l'Ambient 6-8/Conjunt 5 (figura 5) i a l'Ambient 9/Conjunt 3 (figura 7),

representaven els dos grans grups definits durant l'observació amb lupa binocular. El mostreig intentà recollir, per a cada un dels dos grans grups, tota la gamma cromàtica utilitzada en les pintures murals. La composició mineralògica dels pigments ha estat determinada mitjançant la difracció de raigs X (DRX) sobre mostra sencera sense cap preparació prèvia i emprant un difractòmetre Siemens D-500 amb la radiació  $K\alpha$  del Cu ( $\lambda=1.5406 \text{ \AA}$ ), amb un monocromador de grafit en el feix difractat i una potència de treball de 1.2 kW (40 kV, 30 mA). Els mesuraments s'han realitzat entre  $2$  i  $70^\circ 2\theta$  amb una mida de pas de  $0.05^\circ 2\theta$  i un temps de comptatge de 3 s. Les avaluacions de les fases cristal·lines presents s'han realitzat amb el paquet de programes DIFFRAC/AT de Siemens que inclou el banc de dades del Joint Committee of Powder Diffraction Standards (JCPDS).

Sigla de la mostra	Sigla del fragment	Ambient/Conjunt	Color de la mostra	DRX	MER	MO
PMF002	ET/6/0/14	Peça que no pertany a cap conjunt	Blau	Sí	No	No
PMF004	ET/6/0/25	Peça que no pertany a cap conjunt	Vermell	Sí	No	No
PMF046	ET/8/0/13	Peça que no pertany a cap conjunt	Blau	Sí	Sí	Sí
PMF022	ET/6-8/4/2	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Verd	Sí	No	No
PMF023A	ET/6-8/4/6	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Groc	Sí	Sí	Sí
PMF023B	ET/6-8/4/6	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Blanc	Sí	No	No
PMF024	ET/6-8/4/19	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Vermell	Sí	Sí	Sí
PMF027A	ET/6-8/4/25	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Blau	Sí	No	No
PMF027B	ET/6-8/4/25	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Groc	Sí	Sí	Sí
PMF029	ET/6-8/4/32	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Blanc	Sí	No	No
PMF050	ET/8/0/26	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Vermell	Sí	Sí	Sí
PMF055A	ET/8/0/48	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Blau	Sí	No	No
PMF055B	ET/8/0/48	Ambient 6-8/ Conjunt 2	Verd	Sí	No	No
PMF070	ET/6-8/5-7/10	Peça que no pertany a cap conjunt	Blanc sobre vermell	No	Sí	No
PMF019	ET/6-8/3/7	Ambient 6-8/ Conjunt 5	Verd	Sí	Sí	Sí
PMF20A	ET/6-8/3/8	Ambient 6-8/ Conjunt 5	Verd	Sí	No	No
PMF20B	ET/6-8/3/8	Ambient 6-8/ Conjunt 5	Verd-Marró	Sí	No	No
PMF021A	ET/6-8/3/9	Ambient 6-8/ Conjunt 5	Verd	Sí	Sí	Sí
PMF021B	ET/6-8/3/9	Ambient 6-8/ Conjunt 5	Verd-Marró	Sí	No	No
PMF031	ET/6-8/4/46	Ambient 6-8/ Conjunt 5	Groc i blanc sobre groc	Sí	No	No
PMF034	ET/6-8/4/66	Ambient 6-8/ Conjunt 5	Groc	Sí	No	No
PMF065	ET/9/4/1	Ambient 6-8/ Conjunt 5	Negre	Sí	No	No
PMF062	ET/9/3/1	Ambient 9/ Conjunt 3	Blau	Sí	Sí	Sí
PMF063A	ET/9/3/5	Ambient 9/ Conjunt 3	Vermell	Sí	No	No
PMF063B	ET/9/3/5	Ambient 9/ Conjunt 3	Groc	Sí	No	No
PMF063C	ET/9/3/5	Ambient 9/ Conjunt 3	Blanc	Sí	No	No
PMF064A	ET/9/3/6	Ambient 9/ Conjunt 3	Negre	Sí	No	No
PMF064B	ET/9/3/6	Ambient 9/ Conjunt 3	Blanc	Sí	Sí	Sí
28 mostres	20 fragments	3 conjunts	6 colors	28	10	9

TAULA 1: Relació de mostres analitzades, amb indicació dels fragments i dels conjunts dels quals provenen, així com dels colors que presenten i les tècniques analítiques aplicades. La línia horitzontal de separació marca la divisió entre els dos grans grups identificats durant l'observació amb lupa binocular.

A partir dels resultats obtinguts per DRX, 9 mostres van ésser seleccionades per a una segona fase de caracterització analítica. Les característiques dels cristalls i la composició química dels pigments han estat determinades per microscòpia electrònica de rastreig (MER), emprant un microscopi JEOL JSM-840 i un microscopi Leica Stereoscan 360, equipats amb detectors d'electrons secundaris (ES) i d'electrons retrodispersats (ER), acoblats a un aparell de microanàlisi de fluorescència de raigs X per dispersió d'energies (EDX). Les observacions s'han realitzat sobre la superfície externa un cop recoberta amb carbó en una atmosfera d'alt buit. Igualment, s'ha procedit a l'observació de seccions polides transversals a la superfície recobertes amb carbó en una atmosfera d'alt buit, amb la mostra prèviament impregnada en reïna. A més, en el cas del color negre, s'ha preparat una segona secció polida transversal a la superfície però recoberta amb or en un díode de *spattering*. El voltatge d'acceleració emprat és de 20 kV. La microanàlisi quantitativa dels pigments s'ha realitzat en el microscopi Leica Stereoscan 360, equipat amb patrons interns i optimitzat amb cobalt, amb una intensitat en el feix d'1 nA i un temps de comptatge de 100 s. A més, una de les mostres anteriors (PMF031) i una segona mostra (PMF070) van ésser seleccionades per a l'estudi del color blanc emprat com a element decoratiu sobre altres colors base. Ambdues mostres pertanyien al segon gran grup de morters.

Finalment, els morters i els pigments han estat observats a partir de seccions transversals a la superfície de la mostra, un cop impregnada en reïna, mitjançant la microscòpia òptica (MO) per làmina prima, utilitzant un microscopi Olympus BH2 i treballant entre 40X i 400X.

#### 4. RESULTATS ANALÍTICS

L'observació dels 416 fragments amb lupa binocular ha permès observar com plausiblement tots els fragments semblen associar-se en dos grans grups, com ha quedat exposat en l'apartat anterior.

El primer gran grup comprèn els fragments dels conjunts iconogràfics Ambient 6-8/Conjunt 1 i Ambient 6-8/Conjunt 2 i la major part dels fragments que no estan inclosos en cap dels conjunt iconogràfics proposats, que procedeixen majoritàriament de les habitacions 6 i 8. La seva característica principal és la clara estructura que presenta en tres capes ben definides. La primera, a la superfície externa, està constituïda pels pigments que formen la decoració i representaria la capa pictòrica. La seva

espessor presenta un màxim d'unes 500 µm. Per sota d'aquesta, hi ha una segona capa blanca, d'un gruix aproximat d'1 mm. Aquesta capa representaria el que s'anomena *intonachino* i serviria com a preparació de la capa pictòrica. Finalment, hi ha una tercera capa d'un gruix de diversos centímetres (fins a un màxim conservat d'aproximadament 7 cm), que presenta un gran nombre d'inclusions en una matriu beix o blanquinosa. Les inclusions presenten una mida regular i una distribució homogènia, i en algun cas semblen associar-se a possibles microfòssils. Aquesta darrera capa representaria una capa de morter, sense que es conservin restes suficients per poder interpretar si és la capa que es fixaria sobre la paret ni tampoc amb quina tècnica.

El segon gran grup inclouria la resta dels conjunts i una minoria del fragments no inclosos en cap conjunt iconogràfic, procedents, majoritàriament, de les habitacions 7 i 9. Respecte a l'anterior, presenta una primera capa pictòrica d'aspecte molt similar, però presenta grans diferències a les altres dues capes. En primer lloc, la capa interpretada com a *intonachino* no es presenta tan ben definida i sovint sembla no existir o estar envaïda per la capa de morter. En segon lloc, la capa de morter es diferencia per la granulometria dels seus components, que presenten una gran diversitat de mides, i per l'heterogeneïtat de la seva distribució. A més, destaca la gran abundància de restes de possibles microfòssils.

Pel que fa a la capa pictòrica, val a dir que els dos grans grups suara descrits presenten una sèrie de característiques que els són similars. Els colors blau clar i verd són els que presenten els gruixos més elevats, normalment entre 300 i 500 µm, mentre que el dels colors grocs són d'aproximadament 100 µm i els vermells i, especialment, el negre estan, normalment, per sota dels 30 µm. El color blau presenta una forta diferència respecte de la resta dels colors. Aquest no forma mai una capa diferenciada, sinó que es troba en inclusions disperses en la matriu de l'*intonachino*. Aquestes inclusions, amb unes mides característiques d'aproximadament 200 µm, s'observen clarament sota la lupa binocular amb un color blau clar intens, mentre que a ull nu, i degut al baix nombre d'inclusions emprat en la pintura, dona la impressió que el color utilitzat sigui d'un to gris o blau-gris per la combinació de les inclusions blaves en la matriu de l'*intonachino*. La resta de colors formen una capa homogènia sobre el mateix, si bé en el cas del color verd aquesta capa està clarament formada per inclusions verdes d'una mida molt petita (no observables sota la lupa binocular) que, immerses en una matriu blanquinosa, donen un aspecte de color verd clar. Malgrat tot, sota la lupa binocular s'observen dins d'aquesta

capa i de manera aïllada grans inclusions de color verd, de fins aproximadament 70 µm, en les quals s'observa un color verd fosc. Finalment, els colors groc, vermell i negre ofereixen sota la lupa binocular l'aspecte d'una capa homogènia sense que s'observin cristalls. El color blanc representa un cas especial, ja que, excepte en les poques ocasions on apareix com a element decoratiu per sobre d'una àrea cromàtica, no existeix pròpiament com a color independent, sinó que és el mateix *intonachino* que es deixa sense decorar.

En la seva aplicació, els colors que abasten àrees de major dimensió es disposen en primer lloc i així els colors de les principals àrees cromàtiques només es troben sobreposats en les seves unions. L'aplicació dels colors en aquestes grans àrees cromàtiques comença amb colors més clars i continua amb colors més foscos. Per exemple, mai el color groc no es troba sobre el color vermell i mai el color negre no es troba com a fons d'una decoració clara. Sobre aquestes àrees cromàtiques es disposen els motius decoratius petits (com ara línies, etc.) que sempre són d'un color més fosc que el color de base, amb l'única excepció del color blanc, que en algun cas se sobreposa a d'altres colors com a decoració. Malgrat això, trobem un cas excepcional en les línies decoratives fetes emprant el color blau, ja que aquestes sempre es troben per sota del color de fons de l'àrea cromàtica, color que, com el groc, es pot considerar clar. En resum, es pot dir que s'observen sobreposicions de blanc, negre, vermell, groc i verd sobre d'altres colors, depenent dels conjunts, del color emprat per al fons i dels elements decoratius, però mai no s'observa el blau sobreposat a cap altre color.

Cal destacar finalment que en alguns fragments dels Conjunts 1 i 3 de l'Àmbit 9, la plantilla del dibuix general del conjunt sembla estar dibuixada amb incisions sobre la preparació blanca (*intocachino*) abans que es realitzi la pintura.

Amb relació als pigments emprats, la seva caracterització mineralògica, química i petrològica ha aportat una informació detallada que ha permès la seva identificació. Donem a continuació els resultats d'aquesta caracterització per a cada un dels colors, però és important destacar que, quant als pigments emprats, aquests són els mateixos per a tots els conjunts analitzats.

### a. Pigment blau

En el cas del blau, tant l'estudi mineralògic per DRX (figura 8 i taula 2) i per OM, com l'ob-

servació dels cristalls i la caracterització química per MER-EDX (figura 9 i taula 3) permeten identificar el pigment emprat com el blau d'Egipte.

El blau d'Egipte és un silicat de calci i coure artificialment preparat, la fórmula química del qual és  $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$  que es correspon aproximadament a la composició del mineral conegut amb el nom de cuprorivaïta (Jaksck *et al.*, 1983). En qualsevol cas, les anàlisis químiques del blau d'Egipte han posat de manifest una gran complexitat en la seva composició (Lucas i Harris, 1962; Saleh *et al.*, 1974; Tite *et al.*, 1984), demostrant el seu caràcter sintètic, fet amb una barreja de silici en forma de quars o de gel de sílice, amb algun component de calci, com carbonat o hidròxid, i amb algun component de coure, com malaquita o com òxid. La proporció de la barreja hauria de ser exactament  $4\text{SiO}_2 : 1\text{CaO} : 1\text{CuO}$  i hauria de ser cuit, emprant sempre una atmosfera majoritàriament oxidant, a temperatures molt elevades, de 900 o 1000°C, depenent de si s'emprava o no algun fundent.

El blau d'Egipte és citat pels autors antics com *Caruleum Aegyptium* (Plini, *Nat. hist.* 35, 45; Vitruvi 7, 11, 48), perquè havia estat preparat per primera vegada pels egipcis. És un pigment molt freqüent durant l'època romana (Augusti, 1967; Colombo *et al.*, 1995), que s'ha detectat en molts estudis analítics (Giovanoli, 1969; Lazzarini, 1978; Biek, 1981; Járó, 1987; Béarat, 1996; Barbet, 1990; Barbet *et al.*, 1999), però molt poc utilitzat després d'aquesta època. L'últim autor que fa referència a aquest tipus de blau amb el nom de *Caeruleum* és Isidor de Sevilla (*Etim.* XIX, 17, 14) en la segona meitat del s. VII.

### b. Pigment verd

Els pigments verds que s'han detectat en tots els casos analitzats a «Es Cap des Port» corresponen al pigment anomenat «terra verda» (taula 2). Els autors Plini, Vitruvi i Isidor s'hi refereixen com a *Creta Viridis* (Plini, *Nat. hist.* 35, 45; Vitruvi, VII, 7, 36; Isidor, *Etim.* XIX, 17, 9). És un pigment molt emprat a l'Antiguitat Tardana (Augusti, 1967; Colombo, 1995) no únicament a la pintura, sinó també a la medicina. S'ha trobat a moltes pintures murals analitzades d'època romana i tardorromana (Giovanoli, 1969; Járó, 1987; Delamare *et al.*, 1990; Béarat, 1996; Barbet, 1990; Barbet *et al.*, 1999).

Aquesta «terra verda» és un pigment natural que mineralògicament es correspon amb la celadonita o a la glauconita. Tots dos minerals pertanyen al grup de les miques. La glauconita es dona normal-

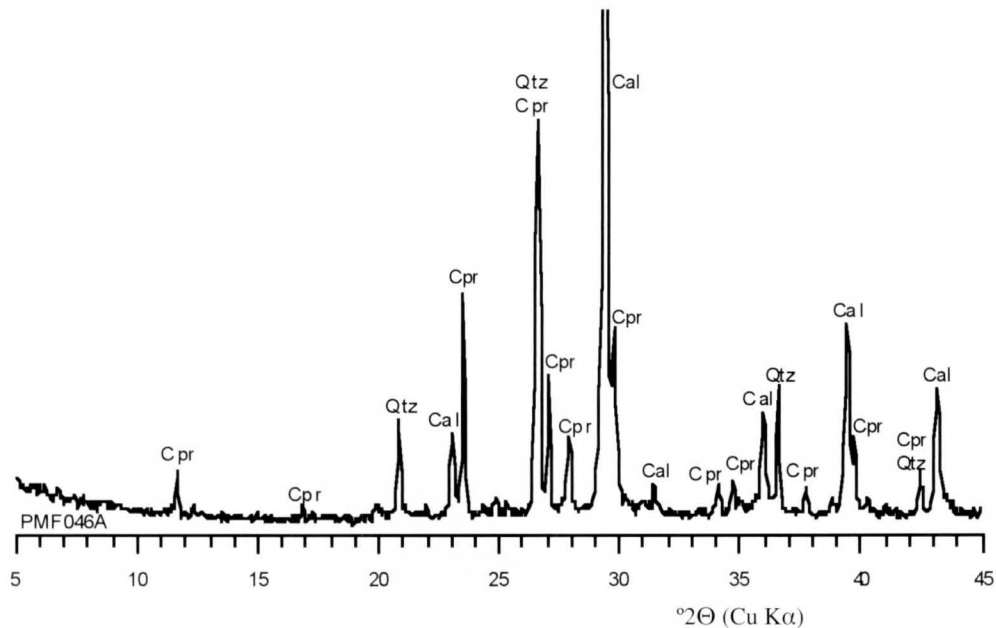


FIGURA 8: Difractograma de la mostra PMF046, on s'observa el típic espectre del blau d'Egipte, que es correspon amb l'espectre de la cuprorivaïta. Cpr: cuprorivaïta; Cal: calcita; Qtz: quars.

ment a roques sedimentàries mentre que la celadonita és un mineral típic d'alteració en roques volcàniques (Buckley *et al.*, 1978).

Aquests dos minerals, amb fórmula química  $(K, Na)(Fe^{3+}, Al, Mg)_2(Si, Al)_4O_{10}(OH)_2$ , per a la glauconita, i  $K(Mg, Fe^{2+})(Fe^{3+}, Al)Si_4O_{10}(OH)_2$ , per a la celadonita, presenten uns difractograms quasi idèntics i són, per tant, molt difícils de distingir. Sí presenten, però, alguna diferència en la composició química i també en les seves característiques òptiques i morfològiques. Les partícules de la glauconita són de tendència esfèrica, mentre que la celadonita tendeix a morfologies subangulars o angulars.

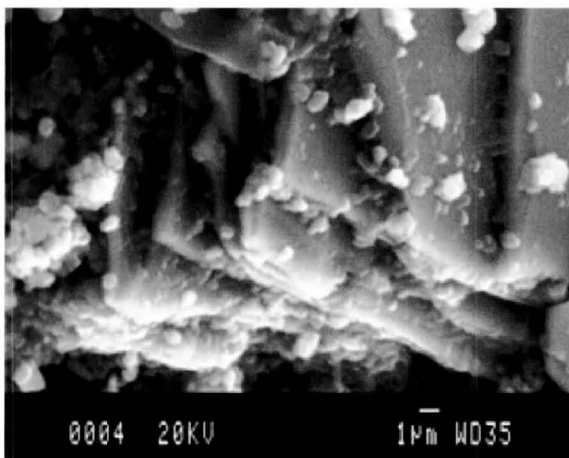


FIGURA 9: Microfotografia de MER d'una inclusió de blau d'Egipte de la mostra PMF062. La barra de l'escala gràfica representa 1 µm.

Com a resultat del nostre treball analític, el color verd emprat en les pintures de «Es Cap des Port» sembla correspondre's més amb una glauconita que no pas amb la celadonita, tant per la seva composició química per MER-EDX (taula 4) com pel seu aspecte per MO i MER (figura 10).

### c. Pigment vermell

Els resultats de DRX (taula 2) i MER mostren que els pigments vermells que s'han estudiat han resultat ser sediments rics en l'òxid de ferro  $\alpha-Fe_2O_3$

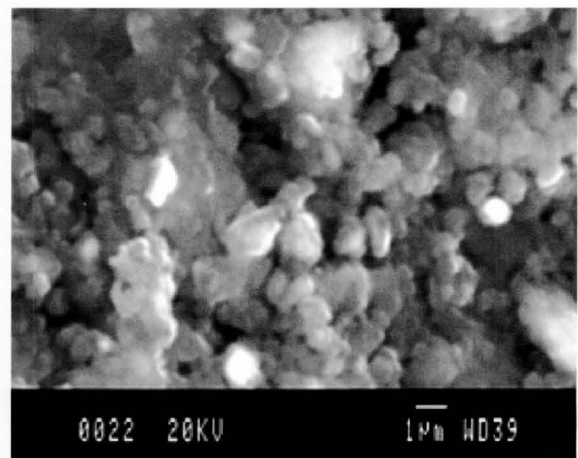


FIGURA 10: Microfotografia de MER d'inclusions del pigment verd de la mostra PMF021A. La barra de l'escala gràfica representa 1 µm.

	Blaus	Vermells	Grocs	Verds	Negres	Blancs
<b>Ambient 6-8 Conjunt 2</b>	<b>PMF027A</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol  Color: Blau d'Egipte	<b>PMF050</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol?  Gyps  Color: Hem	<b>PMF027B</b> Cal, Qtz, I-M, Kln Gyps  Color: Goeth? Hem?	<b>PMF022</b> Cal, Qtz, I-M, Kln  Color: Terra Verda		<b>PMF029 (*)</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol? Gyps?
	<b>PMF055A (*)</b> Cal, Qtz, I-M, Kln  Color: blau d'Egipte	<b>PMF024</b> Cal, Qtz, I-M, Kln Gyps?  Color: Hem	<b>PMF023A</b> Cal, Qtz, I-M, Kln  Color: Goeth, Hem.	<b>PMF055B</b> Cal, Qtz, I-M, Kln Gyps? 2.98 Å?  Color: Terra Verda		<b>PMF023B</b> Cal, Qtz, Dol, Gyps, Kln
<b>Ambient 6-8 Conjunt 5</b>			<b>PMF031</b> Cal,Qtz, I-M, Kln, Dol Gyps  Color: Goeth? Hem?	<b>PMF019</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol Gyps?  Color: Terra Verda	<b>PMF065</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol, Gyps?	
			<b>PMF034</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol  Color: Goeth	<b>PMF020A</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol? Gyps?  Color: Terra Verda		
				<b>PMF020B</b> Cal, Qtz, I-M, Kln 2.67 Å?  Color: Terra Verda		
				<b>PMF021A</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol ? Gyps? Hem?  Color: Terra Verda		
				<b>PMF021B</b> Cal, Qtz, I-M, Kln Gyps? Hem?  Color: Terra Verda		
<b>Ambient 9 Conjunt 3</b>	<b>PMF062</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol  Color: blau d'Egipte	<b>PMF063A</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol  Color: Hem	<b>PMF063B (**)</b> Cal, Qtz, I-M, Kln  Color: Goeth?		<b>PMF064A</b> Cal, Qtz, I-M, Kln Gyps? 2.46 Å?	<b>PMF063C (**)</b> Cal, Qtz, I-M, Kln  <b>PMF064B</b> Cal, Qtz, Dol.
<b>Altres</b>	<b>PMF002</b> Cal, Qtz, I-M, Kln, Dol  Color: blau d'Egipte	<b>PMF004</b> Cal, Qtz, I-M, Kln Gyps? 1.83 Å?  Color: Hem				
	<b>PMF046 (**)</b> Cal, Qtz, Kln, Dol  Color: blau d'Egipte					

TAULA 2: Resum dels resultats per DRX, amb identificació del compost emprat com a pigment.

En cas d'haver més d'un color en la mostra analitzada, \* indica el pigment minoritari, mentre que \*\* indica el majoritari.  
Cal: calcita; Qtz: quars; I-M: illita-muscovita; Kln: kaolinita; Dol: dolomita; Gyps: guix; Hem: hematites; Goeth: goethita.

PMF062	A	B	C
SiO <sub>2</sub>	64.95	64.52	68.55
CaO	13.88	15.94	12.80
CuO	18.34	18.33	17.41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.88	nd	nd
Na <sub>2</sub> O	0.47	0.58	0.63
MgO	0.59	0.62	0.42

TAULA 3: Microanàlisi per MER-EDX de tres inclusions diferents del pigment blau de la mostra PMF062 (nd: no detectat).

anomenat, hematites. Com a pigment, rep sovint el nom d'ocre roig i és un dels pigments més vells de la història, que s'emprava en estat natural o es preparava a partir de la cocció de l'ocre groc (goethita). És un pigment molt freqüent durant l'antiguitat, que s'ha detectat a molts treballs analítics de pintura romana i tardana (Augusti, 1967; Giovanoli, 1969; Járó, 1987; Delamare *et al.*, 1990; Guichard i Guineau, 1990; Colombo, 1995; Béarat, 1996; Barbet, 1990; Barbet *et al.*, 1999). Vitruvi (VII, 11, 49) es refereix a aquest pigment com a *Cicerculum*, mentre que Plini (*Nat. hist.*, 35, 31) i Isidor (*Etim.* XIX, 17, 3) l'anomenen *Sinopsis*. Aquests autors descriuen també diverses receptes per a elaborar diferents varietats de pigments vermells que contenen l'ocre roig com un dels seus components.

#### d. Pigment groc

El pigment que es va utilitzar com a color groc en tots els casos analitzats (taula 2) és l'ocre, un sediment ric en goethita, hidròxid de ferro III de fórmula química  $\alpha$ -FeO(OH). La seva abundància a la natura ha estat la raó bàsica que aquest pigment fos un dels més utilitzats des de la Prehistòria, al llarg de tota l'antiguitat (Augusti, 1967; Giovanoli, 1969; Járó, 1987; Delamare *et al.*, 1990; Guichard i Guineau, 1990; Colombo, 1995; Béarat, 1996; Barbet, 1990; Barbet *et al.*, 1999) i fins a l'actualitat. A les fonts antigues (Plini, *Nat. hist.* 35, 36; Vitruvi VII, 7, 32) aquest pigment es troba citat amb molts noms, que es refereixen en realitat a ocres de diferents qualitats o de diferents proveniències: *Silis Lucidis*, *Silis di Acala*, *Sil Marmorosum*, etc. En tots els casos, la paraula *Sil* o *Silis* significa ocre. Plini, a més, també utilitza el terme de *limus*, mentre que a Isidor (*Etim.* XIX, 17) no es troba cap menció específica d'aquest color. La identificació d'aquest pigment a «Es Cap des Port» es veu dificultada per DRX degut al seu pobre estat de cristallinitat (taula 2), però per MER-EDX s'observa la presència de més del 80% de FeO, indicant clarament la presència de goethita al color groc.

PMF021A	A	B
SiO <sub>2</sub>	54.38	54.93
FeO	18.06	18.80
K <sub>2</sub> O	7.23	7.52
MgO	5.71	5.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.49	5.14
CaO	1.09	1
Na <sub>2</sub> O	0.18	nd
SO <sub>3</sub>	0.78	0.59

TAULA 4: Microanàlisi per MER-EDX de dues inclusions diferents del pigment verd de la mostra PMF021A (nd: no detectat).

#### e. Pigment negre

El color negre no s'ha pogut identificar per DRX, bé per tenir una presència molt baixa, bé per no presentar una estructura cristal·lina, o per ambdós factors alhora (taula 2). Per contra, l'estudi per MER-EDX sobre mostres recobertes amb carbó i or ens ha permès identificar la utilització de carbó com a base d'aquest pigment negre. Això no és gaire sorprenent, perquè el carbó, com ara el que quedava a les cassoles després de haver cuinat o la fusta cremada, s'emprava habitualment durant l'antiguitat com a color negre (Augusti 1967, Járó 1987, Colombo 1995), essent un material barat i molt fàcil d'obtenir. Isidor (*Etim.* XIX, 17, 17) descriu la preparació d'aquest pigment, al qual anomena *atramentum*, per la barreja del sutge amb reïnes o coles.

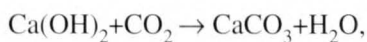
#### f. Pigment blanc

El color blanc està fet bàsicament de carbonat de calci (CaCO<sub>3</sub>) (taula 1) i és molt comú a les pintures murals de l'antiguitat tardana (Lucas i Harris, 1962; Augusti, 1967; Giovanoli, 1969; Gettens *et al.*, 1986; Járó, 1987; Delamare *et al.*, 1990; Guichard i Guineau, 1990; Colombo, 1995; Béarat, 1996; Barbet, 1990; Barbet *et al.*, 1999). El pigment es preparava amb la trituració de calcita, pedres calcàries o marbre, encara que també es podia preparar a partir de dolomita o també d'huntita, contenint en aquests dos darrers casos unes proporcions específiques de MgCO<sub>3</sub>. En el present cas de «Es Cap des Port», el color blanc era sempre el mateix carbonat de calci que es formava a l'*intonachino* i no era, per tant, un color pròpiament dit, sinó l'absència de decoració sobre l'*intonachino*. Malgrat tot, en els pocs casos en què s'ha emprat el color blanc com a element decoratiu sobreposat a un altre color base, s'ha pogut confirmar igualment que el color emprat

ha estat el carbonat de calci, preparat i aplicat a propòsit com a decoració.

### g. *Intonachino*

Sota la capa pictòrica, en la qual es troben els pigments de la decoració, hi ha l'*intonachino*. Aquest, com ja ha estat vist anteriorment, presenta diferències quant al seu gruix. Així, es poden separar fàcilment dos grans grups segons presentin o no una capa clarament diferenciada entre la capa pictòrica i el morter pròpiament dit. Malgrat tot, en tots els casos aquest *intonachino* es correspon a la calcita,  $\text{CaCO}_3$ . Aquest mineral procedeix de la cristal·lització de l'hidròxid de calci ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), anomenat calç morta, emprada en el morter i en la preparació de la superfície per a ésser decorada, per l'absorció de  $\text{CO}_2$  ambiental segons



que en cristal·litzar serà el responsable de cementar el morter i fixar els pigments que s'hagin aplicat en fresc.

### i. Morter

Finalment, la darrera capa correspondria al morter pròpiament dit. A les pintures murals de «Es Cap des Port» es constata la preparació de dos tipus diferents (A i B) de morters. El primer, el tipus A, seria fi, mentre que el segon, el tipus B, es pot considerar groller. Ambdós tipus es diferencien fàcilment per MO, com ja s'ha vist en part en descriure els resultats de les observacions per lupa binocular, i per MER. La làmina prima del morter tipus A revela una fàbrica de textura relativament homogènia, on l'*intonachino* és ben separable granulomètricament del morter. El morter presenta quars molt abundant, calcita esparítica i microesparítica, quarsarenita, pocs microfòssils i alguns minerals accessoris com ara zircó, estant aquestes inclusions dins d'una matriu de calcita micrítica (figura 11, superior). A diferència d'aquest, el morter tipus B presenta (figura 11, inferior) una fàbrica de textura heterogènia, dominada per materials calcaris, junt amb una abundant presència de microfòssils, mentre el contingut en quars i quarsarenita és molt baix. La separació del morter i l'*intonachino* no és tan clara i es poden observar partícules grans del morter que penetren en l'*intonachino*. Tot i que els materials emprats per a fer aquests morters es poden considerar derivats de materials sedimentaris formats bàsicament per

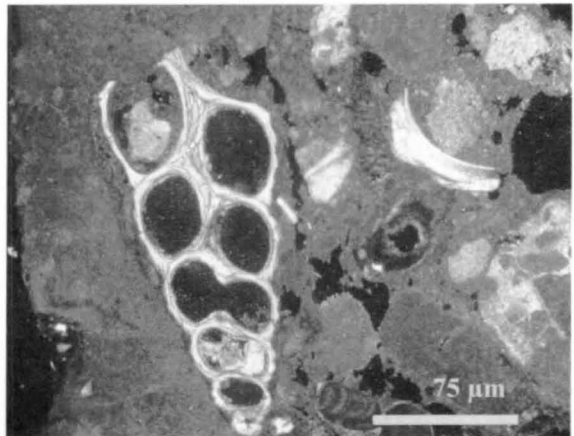
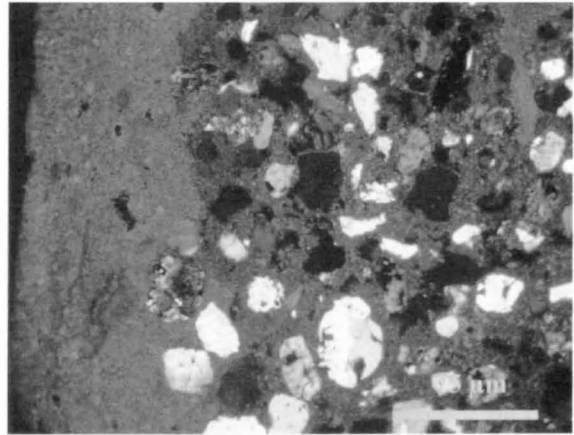


FIGURA 11: Superior: Visió general (nícol creuat) del morter tipus A, on s'observa a l'esquerra l'*intonachino* clarament separat del morter, a la dreta, que es troba dominat per grans de quars relativament ben distribuïts, de mida homogènia. Inferior: Visió general (nícol creuat) del morter tipus B, on s'observa a l'esquerra l'*intonachino* formant una capa no ben separada del morter, a la dreta, que es troba dominat per microfòssils i inclusions calcàries de mida heterogènia.

quarsarenites, el tipus A, i per materials calcaris, el tipus B, i són compatibles amb la geologia local, està clar que les matèries primeres i la tecnologia de preparació dels dos tipus de morters són molt diferents.

## 5. CONSIDERACIONS FINALS

L'estudi analític de les pintures de «Es Cap des Port» ha permès constatar que no hi ha diferències entre els pigments utilitzats en els tres conjunts que s'han caracteritzat (Ambient 6-8/Conjunt 2, Ambient 6-8/Conjunt 5, Ambient 9/Conjunt 3). El color blau ha estat aplicat sempre amb la tècnica del fresc, tal i com es comprova amb la lupa binocular, MO i MER, ja que els cristalls del pigment no es troben mai a la superfície de l'*intonachino*, sinó inserits al seu interior fent un únic cos inseparable. Al contrari, tots els altres pigments formen un nivell



separat sobre l'*intonachino*, indicant que es va emprar la tècnica en sec, si bé en alguns casos l'observació del color verd no permet distingir si l'aplicació es va fer en fresc o en sec. D'aquesta manera, el color blau era sempre el primer en ser aplicat, quan l'*intonachino* encara estava humit. Aquesta necessitat d'emprar la tècnica del fresc per al blau pot no ser deguda a una necessitat estètica, sinó que es pot explicar per un problema tècnic, ja que les dimensions de les partícules del blau d'Egipte són normalment d'entre 50 i 200 µm. Aquesta mida de gra relativament gran dificultaria la seva aplicació en sec, mentre que la tècnica del fresc facilitaria la seva aplicació i fixació. Igualment, les dimensions d'aquestes inclusions semblen indicar que es tractaria d'un pigment de bona qualitat, però això no implica que les pintures siguin necessàriament de bona qualitat, ja que, per exemple, la baixa quantitat de pigment blau emprat no permet donar una tonalitat clarament blava a les zones pintades amb aquest color, sinó més aviat griseses. Pel que fa a la resta de pigments, la seva aplicació en sec faria necessària l'existència d'elements que, barrejats amb els pigments, actuessin com a aglutinants, permetent la seva fixació sobre la superfície pictòrica. Malgrat tot, la utilització abundant de Paraloid B 72 no permet la identificació de cap reina o cola orgànica que s'hagués pogut emprar amb aquesta finalitat.

En relació amb la procedència dels pigments pictòrics emprats a «Es Cap des Port», cal destacar que tant el pigment vermell, com el groc, el negre i el blanc són molt possiblement d'origen local, donat que es tracta de materials molt comuns i abundants. Pel que fa a la terra verda, la glauconita es troba en quantitats no gaire importants a formacions sedimentàries de les Illes Balears i no sembla prou per utilitzar-la com a pigment. Per això el seu origen local és, si més no, incert. D'acord amb els estudis actuals, els dipòsits de terres verdes glauconítiques són abundants a França (Delamare *et al.*, 1990). La celadonita en canvi sembla donar-se especialment en àrees volcàniques molt específiques, com ara a Brentonico, San Valentino Castellano i Val di Fassa (a Itàlia) o a les mines de Troodos (Xipre), que s'explotaven fins a dates recents. En el cas de les pintures de «Es Cap des Port» sembla més probable que el pigment sigui glauconita i la qüestió del seu origen roman encara oberta. Per la seva banda, el blau d'Egipte és un pigment artificial que es pot produir a qualsevol lloc, sempre que es conegui la manera i es puguin trobar els minerals necessaris per a la seva preparació. El blau d'Egipte, com ja s'ha mencionat, és una barreja de sílici en forma de quars o de gel de sílice, amb algun component de calci, com carbonat o hidròxid, i amb algun component de

coure, com malaquita o com òxid. A part que per a la seva preparació es podria haver utilitzat algun instrument de coure, és conegut que a Menorca hi ha antigues mines de coure (com malaquita), com per exemple a Alfuinet, a la costa nord, que haurien pogut fornir d'aquest element. Malgrat tot, si bé és possible la preparació d'aquest pigment a la mateixa illa, és molt difícil discernir el seu origen local o importat, entre d'altres factors, perquè tan sols es podria demostrar la seva producció a l'illa, si es trobessin restes de producció en algun jaciment.

En contrast amb el que passa amb els pigments, els morters presenten diferències clares tant en les matèries primeres com en les tècniques de preparació emprades. Sembla ésser, segons les anàlisis de què disposem fins ara, que el morter fi s'ha emprat únicament en els conjunts que porten una base decorativa dominada pels rombes, com són els Conjunts 1 i 2 de l'Ambient 6-8. Les importants diferències tecnològiques que es poden observar bàsicament entre els morters plantegen una sèrie d'interrogants a resoldre. Poden ésser aquests morters diferents degut a l'existència de dos tradicions pictòriques diferents? I si això fos cert, estarien treballant alhora sobre l'edifici, o hi pot haver diferències cronològiques entre els conjunts pictòrics? Podria ésser que també la diferència entre les bases del disseny decoratiu apuntés cap a aquesta hipòtesi de dues tradicions pictòriques diferents. Malgrat tot, cal plantejar també la possibilitat que aquesta diferència hagi d'ésser explicada no en funció de les pintures murals per elles mateixes, sinó en funció de l'edifici. Per exemple, les diferències podrien ésser degudes a requeriments tècnics derivats de la natura i tècnica constructiva dels murs on s'apliquen aquests morters, o fins i tot a diferències funcionals dels espais dins del conjunt edilici.

És igualment important destacar ara amb relació als grafitis de text, malgrat que aquests seran l'objecte d'un altre estudi, que s'ha comprovat com aquests grafitis de text es troben sobre 7 dels 12 conjunts pictòrics proposats per Puig. A més, aquests conjunts abasten els dos tipus de morters identificats, sense que aquesta diferència en el morter es pugui relacionar amb els grafitis. Malgrat tot, sí que sembla destacable el fet que la pràctica totalitat d'aquests grafitis hagi aparegut en els conjunts de l'Ambient 6-8, o en fragments no assignats procedents de l'habitació 6. Únicament un fragment correspon a un conjunt de l'Ambient 9 (en concret del Conjunt 2), així com tres fragments no associats procedents de l'habitació 9. No és possible per ara interpretar aquests fets, però semblen suggerir que aquests grafitis textuals es troben principalment en

l'àmbit del baptisteri i no tant el de l'habitació 9. Un altre fet que sembla observar-se en relació amb aquests grafitos de text (figures 2 a 5) és que sempre es donen, per aquells fragments dels quals no hi ha dubte de la seva posició, en la part superior dels conjunts pictòrics, en què semblen ésser les bandes que limiten superiorment aquestes decoracions pintades. Aquest fet permet plantejar la hipòtesi que aquests conjunts pictòrics siguin, en realitat, uns sòcols alts, com a molt fins a una alçada que podria ser considerada la dels ulls, o lleugerament inferior, de la persona (o persones) que varen fer aquests grafitos.

Els resultats presentats representen només un pas inicial en la caracterització i estudi de les tècniques de pintures murals d'època romana i de l'Antiguitat Tardana, períodes en què les dades tecnològiques són encara absolutament insuficients per entendre el processos involucrats en l'obtenció, preparació i aplicació de les matèries prime-

res que constitueixen la base de la manifestació artística que suposa la pintura mural. La intenció és aconseguir una base de dades generals per a *Hispania*, treball que es preveu difícil i llarg, però a la vegada prometedor.

## AGRAÏMENTS

Els autors volen expressar la seva gratitud al Dr. Pere de Palol i Salellas i al Dr. Francesc Tuset i Bertran per les facilitats donades per al present estudi, així com pels seus comentaris de naturalesa arqueològica sobre el jaciment. Un dels autors, Evanthia Tsantini, vol expressar igualment que la seva contribució ha estat possible gràcies a una beca del pla de Formació d'Investigadors del Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya.

## BIBLIOGRAFIA

- ABAD CASAL, L. (1982), *La pintura romana en España*, Universidad de Alicante-Universidad de Sevilla.
- ABAD CASAL, L. (1992), «La pintura romana en España», *I Coloquio de Pintura Mural Romana en España: Actas del Coloquio organizado por la Asociación de Pintura Mural Romana en Hispania y el Departament de Prehistòria i Arqueologia de la Universitat de València* (ed. J. L. JIMÉNEZ SALVADOR), Ministerio de Cultura, Generalitat Valenciana, València, pp. 13-24.
- ADROER TASIS, A.M. (1965), «Últimos hallazgos en la basílica paleocristiana de Barcelona», *Cuadernos de Arqueología e Historia de la Ciudad de Barcelona VIII*, pp. 47-58.
- AUGUSTI, S. (1967), *I Colori Pompeiani*, De Luca Editore, Roma.
- AMENGUAL i BATLE, J. (1991), *Els orígens del cristianisme a les Balears*, Vol. 1, Editorial Moll, Mallorca.
- BARBET, A. (1990), «L'emploi des couleurs dans la peinture murale romaine antique», *Pigments et colorants de l'antiquité et du moyen âge*, Colloque International du CNRS, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, pp. 255-271.
- BARBET, A., DELMARE, F., MONIER, F., VINDRY, G., WALLET, M. (1999), «Les peintures romaines de Lero au Musée de la Mer : dans l'Île Sainte-Marguerite (Îles de Lérins)», *Revue du Louvre. Études 3*, pp. 37-46.
- BARRAL i ALTET, X. (1994), «L'estructura arquitectònica i decorativa en els monuments religiosos de l'Antiguitat», *III Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica*, Monografies de la Secció Històrico-Arqueològica, II, Institut d'Estudis Catalans, Universitat de Barcelona, Consell Insular de Menorca, Barcelona, pp. 41-48.
- BÉARAT, H. (1996), «Chemical and Mineralogical Analysis of Gallo-Roman Wall Painting from Dietikon, Switzerland», *Archaeometry 38*, pp. 81-95.
- BIEK, L. (1981), «Appendix 2. Pigments», in *Wall Painting in Roman Britain* (eds. N. DAVY, R. LONG), Britannia Monograph Series 3, London, pp. 220-222.
- BUCKLEY, H. A., BEVAN, J. C., BROWN, K. M., JOHNSON, L. R., FARMER, V. C. (1978), «Glauconite and Celadonite: two separate mineral species», *Mineralogical Magazine 42*, pp. 373-382.
- COLOMBO, L. (1995), *I Colori Degli Antichi*, Nardini Editore, Fiesole.
- DELAMARE, F., DELAMARE, L., GUINEAU, B., ODIN, G. S. (1990), «Couleur, nature et origine des pigments verts employés en peinture murale Gallo-Romaine», *Pigments et colorants de l'antiquité et du moyen âge*, Colloque International du CNRS, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, pp. 103-116.
- FABRE, G., MAYER, M., RODÀ, I. (1997), *Inscriptions romaines de Catalogne. IV. Barcino*, Diffusion de Bocard, Paris.
- GETTENS, R. J., FITZHUCH, E. W., FELLER, R. L. (1986), «Chapter 9: Calcium Carbonate Whites», in *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics* (ed. A. ROY), vol 2, Oxford University Press, pp. 203-244.

- GIOVANOLI, R. (1969), «Provincial Roman Wall Painting Investigated by Electron Microscopy», *Archaeometry* 11, pp. 53-59.
- GODOY FERNÁNDEZ, C. (1995), *Arqueología y liturgia. Iglesias hispánicas (siglos IV al VII)*, Publicacions de la Universitat de Barcelona, Barcelona.
- GODOY FERNÁNDEZ, C., GURT i ESPARRAGUERA, J. M. (1998), «Un itinerario de peregrinaje para el culto martirial y veneración del agua bautismal en el complejo episcopal de *Barcino*», *Madrid Mitteilungen* 39, pp. 323-337.
- GUÀRDIA I PONS, M. (1988a), «Les basíliques cristianes de Menorca: Es Fornàs de Torelló i s'Illa del Rei, i els tallers de musivària de les Balears», a *Les Illes Balears en temps cristians fins als àrabs* (dir. P. DE PALOL I SALELLAS), Col·lecció Recerca 1, Institut Menorquí d'Estudis, Ciutadella de Menorca, pp. 65-71.
- GUÀRDIA I PONS, M. (1988b), «Qüestions iconogràfiques entorn al mosaic de la basílica de Santa Maria del Camí (Mallorca)», a *Les Illes Balears en temps cristians fins als àrabs* (dir. P. DE PALOL I SALELLAS), Col·lecció Recerca 1, Institut Menorquí d'Estudis, Ciutadella de Menorca, pp. 73-79.
- GUICHARD, V., GUINEAU, B. (1990), «Indentification de colorants organiques naturels dans des fragments de peintures murales de l'antiquité», *Pigments et colorants de l'antiquité et du moyen âge*, Colloque International du CNRS, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, pp. 245-254.
- GURT i ESPARRAGUERA, J. M., BUXEDA i GARRIGÓS, J. (1996), «Metrologia, composició modular i proporcions de les basíliques cristianes del llevant peninsular i de les Balears», *Spania. Estudis d'Antiguitat Tardana Oferts en Homenatge al Professor Pere de Palol i Salellas*, Publicacions de l'Abadia de Montserrat, Barcelona, pp. 137-156.
- ISIDORO DE SEVILLA, SAN (1983), *Etimologies II*, ed. de J. OROZ RETA i M. A. MARCOS CASQUERO, 2a ed., Biblioteca de Autores Cristianos, 434, Editorial Católica, Madrid.
- JAKSCK, H., SEOPEL, W., WEINER, K. L., GORESY, A. (1983), «Egyptian Blue-Cuprorivaite: A Window to Ancient Egyptian Technology», *Naturwissenschaften* 70, pp. 525-535.
- JÁRÓ, M. (1987), «Roman Pigments of Similar Type from an Excavated Pannonian Building: An attempt at differentiation on the basis of analytical data», in *Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artifacts* (Ed. J. BLACK), Jubilee Conservation Conference, Summer Schools Press, University of London, London, pp. 285-288.
- LAZZARINI, L. (1978), «Anàlisi químic-mineralògica su alcuni fragmenti di affresco romano da Piazza Erimitani in Padova», *Archeologia Veneta* 1, pp. 117-129.
- LUCAS, A., HARRIS, J. R. (1962), *Ancient Egyptian Materials and Industries*, 4th ed., Edward Arnold (Publishers) Ltd., London.
- ORFILA, M., TUSET, F., ULBERT, T. (2000), «Informe preliminar de los trabajos en el conjunto paleocristiano de Son Fadriñet (Campos, Mallorca)», *V Reunión d'Arqueologia Cristiana Hispànica: Cartagena, 16-19 d'abril de 1998* (eds. J.M. GURT i N. TENA), Monografies de la Secció Històrico-Arqueològica, VII, Barcelona, pp. 237-243.
- PALOL i SALELLAS, P. de (1967a), *Arqueología cristiana de la España romana, Siglos IV-VI*, Editorial Sever-Cuesta, Valladolid.
- PALOL i SALELLAS, P. de (1967b), «La arqueología paleocristiana en España: estado de la cuestión», *Actas de la I Reunión Nacional de Arqueología Paleocristiana*, Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, Universidad de Valladolid, Valladolid, pp. 17-25.
- PALOL i SALELLAS, P. de (1967c), «En torno a la iconografía de los mosaicos cristianos de las islas balears», *Actas de la I Reunión Nacional de Arqueología Paleocristiana*, Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, Universidad de Valladolid, Valladolid, pp. 131-149.
- PALOL i SALELLAS, P. de (1982a), «Estat actual de la investigació de l'arqueologia paleocristiana hispànica», *II Reunión d'Arqueologia Cristiana Hispànica*, Publicacions eventuales núm. 31, Edicions de l'Institut d'Arqueologia i Prehistòria, Universitat de Barcelona i Abadia de Montserrat, Barcelona, pp. 3-10.
- PALOL i SALELLAS, P. de (1982b), «La basílica de Es Cap des Port, de Fornells, Menorca», *II Reunión d'Arqueologia Cristiana Hispànica*, Publicacions eventuales núm. 31, Edicions de l'Institut d'Arqueologia i Prehistòria, Universitat de Barcelona i Abadia de Montserrat, Barcelona, pp. 353-404.
- PALOL i SALELLAS, P. de (1994), «L'arqueologia cristiana hispànica després de 1982», *III Reunión d'Arqueologia Cristiana Hispànica*, Monografies de la Secció Històrico-Arqueològica, II, Institut d'Estudis Catalans, Universitat de Barcelona, Consell Insular de Menorca, Barcelona, pp. 3-40.
- PLINI SECUNDI, C. (1998), *Naturalis Historia*, traducció de T. Russos i A. Levidakis, 2a ed., AGRA, Atenes.
- PUIG i OCHOA, M. R. (1982), «Pintura de la basílica paleocristiana de Es Cap des Port, Fornells (Menorca)», *II Reunión d'Arqueologia Cristiana Hispànica*, Publicacions eventuales núm. 31, Edicions de l'Institut d'Arqueologia i Prehistòria, Universitat de Barcelona i Abadia de Montserrat, Barcelona, pp. 405-420.
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1973), «Los siglos oscuros de Mallorca», *Mayurqa* 10, pp. 77-99.
- SALEH, S. A., ISCANDER, Z., EL-MASRY, A. A., HELMI, F. M. (1974), «Some Ancient Egyptian Pigments», in *Recent Advances in Science and Technology of Materials*, vol. 3, *Cairo Solid State Conference II, 1973*, New York and London, pp. 141-155.

SOTOMAYOR, M. (1982), «Reflexión histórico-arqueológica sobre el supuesto origen africano del cristianismo hispano», *II Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica*, Publicacions eventuals núm. 31, Edicions de l'Institut d'Arqueologia i Prehistòria, Universitat de Barcelona i Abadia de Montserrat, Barcelona, pp. 11-29.

TENA, N. (1994), «Mosaics de les basíliques paleocristianes de Menorca», *III Reunió d'Arqueologia Cristiana Hispànica*, Monografies de la Secció Històrico-Arqueològica, II, Institut d'Estudis

Catalans, Universitat de Barcelona, Consell Insular de Menorca, Barcelona, pp. 55-64.

TITE, M. S., BIMSON, M., COWELL, M. R. (1984), «Technological Examination of Egyptian Blue», a *Archaeological Chemistry* (ed. J.B. LAMBERT), III, Advances in chemistry series 205, American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 215-242.

VITRUVIO POLIÃO, M. (1992), *Los Diez Libros de Arquitectura*, traducció de J. Ortiz i Sanz i D. Rodríguez Ruiz, 2a ed., AKAL, Madrid.