

# Colorimetria aplicada a la conservació-restauració de mosaics: la caracterització del color de tesselles pètries i ceràmiques.

La colorimetria és una ciència present en la conservació-restauració de béns culturals des de fa temps, però quina utilitat podria tenir en el camp dels mosaics? I quin mètode pot ser el més adient? En aquest article es detalla l'estudi científic de caracterització del color de tesselles pètries i ceràmiques, pertanyents a dos mosaics policroms, a partir de l'ús de quatre mètodes diferents: cartes de color Munsell®, lector-comparador, colorímetre de sobretaula i espectrofotòmetre.

## **Colorimetry Applied to the Preservation-Restoration of Mosaics: the characterisation of the colour of stone tesserae and ceramics**

*Colorimetry is a science which has been used in the preservation-restoration of cultural heritage for some time but, how useful could it be in the field of mosaics? And what method would be most appropriate? This article details the scientific study of the characterisation of the colour of stone tesserae and ceramics belonging to two polychrome mosaics by employing four different methods. Munsell® colour charts, scanner-comparator, desktop colorimeter and spectrophotometer.*

### **Lorena Andino Pol.**

Diplomada en Conservació i Restauració de Béns Culturals en l'especialitat de Pintura i Titulada Superior en Conservació i Restauració de Béns Culturals en l'especialitat de Béns Arqueològics per l'ESCRBCC. Conservadora-restauradora free-lance.

*Degree in Preservation and Restoration of Cultural Heritage specialising in Painting and Post Graduate Degree in Conservation and Restoration of Cultural Heritage specialising in Archaeological Artefacts from the ESCRBCC.*  
andino.lorena@gmail.com

**Paraules clau:** Colorimetria, mosaic, tessella, pedra, ceràmica.

**Keywords:** Colorimetry, mosaic, tesserae, stone, ceramics.

**Data de recepció:** 12-11-2019 > **Data d'acceptació:** 19-11-2019 / **Date received:** 12-11-2019 > **Date accepted:** 19-11-2019







## INTRODUCCIÓ

La colorimetria, entesa com a ciència que estudia la mesura del color, s'utilitza en conservació-restauració, com així ho demostra l'existència de grups especialitzats en aquest tema. N'és un exemple el *Gruppo del Colore* (*Associazione Italiana Colore*)<sup>1</sup> que des de 1995 organitza congressos anualment, en els quals hi ha un apartat dedicat exclusivament al color en conservació-restauració. D'altra banda, la *Section française de l'institut international de conservation* (SFIIIC), l'any 2006 va realitzar unes jornades entorn del color, anomenades *Couleur & temps. La couleur en conservation restauration*.<sup>2</sup>

També n'és una prova l'extensa bibliografia sobre la caracterització del color en diversos materials, majoritàriament gràfic, pictòric, lapidi i tèxtil.

Tanmateix, quina aportació pot tenir la colorimetria en la conservació-restauració de béns arqueològics i, concretament, de mosaics? Arran d'unes pràctiques realitzades al Laboratori del Servei d'Arqueologia de Barcelona, la conservadora-restauradora Montserrat Pugès va suggerir indagar sobre el tema. Aquell primer acostament a la colorimetria va obrir la possibilitat d'aprofundir en la matèria, fet que va comportar rebre l'encàrrec de l'elaboració d'un protocol per realitzar l'estudi colorimètric de tessel·les de pedra i ceràmica,<sup>3</sup> a partir de l'ús d'un lector-comparador de color. Les conclusions

seran publicades en forma d'article en el pròxim *Anuari d'arqueologia i patrimoni de Barcelona 2019*.<sup>4</sup>

Arran d'aquell estudi es va fer evident la necessitat de continuar investigant sobre el tema, per tal d'intentar trobar la resposta a dues qüestions: quins aparells serien els més idonis en la caracterització del color dels mosaics? I quines aplicacions podrien tenir en la conservació-restauració? Aquest article n'és el compendi.

## MARC TEÒRIC

Prèviament a descriure els experiments científics realitzats, és important aclarir alguns conceptes bàsics que ajudaran a entendre tant la colorimetria com els aparells destinats a caracteritzar el color.

### EL COLOR

Què s'entén per color? En primer lloc, per haver-hi color s'han de donar tres factors: una font d'il·luminació, un objecte que interactui amb aquesta i l'ull humà que observa l'efecte resultant. Però, com funciona l'ull humà? Aquest percep l'espectre o llum visible a través del nervi òptic, captant els estímuls de la llum i separant-la en tres components: vermell, verd o blau. Posteriorment envia els senyals al cervell perquè interpreti quin color està observant.

<sup>1</sup> GRUPPO DEL COLORE. ASSOCIAZIONE ITALIANA COLORE [En línia]. <<https://gruppodelcolore.org/le-conferenze/>> [Consulta: 12 gener 2019].

<sup>2</sup> SFIIIC. *Couleur & Temps* [En línia]. <<https://sfiiic.com/index.php/produit/couleurs-temps/>> [Consulta: 12 gener 2019].

<sup>3</sup> Estudi encarregat pel Servei d'Arqueologia: ANDINO, L. *Informe sobre l'estudi colorimètric de tessel·les de pedra i ceràmica pel catàleg de mosaics de Barcelona. Desenvolupament i metodologia d'un protocol de treball* (Inèdit). Barcelona: Servei d'Arqueologia de Barcelona, 2016.

<sup>4</sup> AJUNTAMENT DE BARCELONA. SERVEI D'ARQUEOLOGIA DE BARCELONA. *Anuari d'Arqueologia i Patrimoni de Barcelona 2017* [En línia]. <<http://ajuntament.barcelona.cat/arqueologiabarcelona/publicacions-comunicacio/anuari-arqueologia/>> [Consulta: 12 gener 2019].

<sup>5</sup> 1nm= 10<sup>-9</sup> m.

<sup>6</sup> Sense trastorns visuals.

<sup>7</sup> Per observador estàndard s'entén una persona promig que veu el color a través de l'espectre visible.

<sup>8</sup> PALAZZI, S. *Colorimetria. La scienza del colore nell'arte e nella tecnica*. Fiesole (Itàlia): Nardini Editore, 1995 (Arte e restauro), p. 46.

<sup>9</sup> Acrònim de Línia d'Alta Velocitat.

<sup>10</sup> ALCUBIERRE, D. [et al.]. "Resultats preliminars de la nova intervenció arqueològica a la vil·la del Pont del Treball a Barcelona". *Tribuna d'Arqueologia 2013-2014*, (2016), p. 298 [En línia]. <<http://calaix.gencat.cat/handle/10687/230931#page=1>> [Consulta: 28 febrer 2018].

[1] Espectre visible (imatge extreta de: WIKIMEDIA COMMONS. *Electromagnetic spectrum-es.svg* [En línia] <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1793461>> [Consulta: 17 març 2019]).

La llum visible és la regió de l'espectre electromagnètic a la que l'ull humà és sensible i que aquest percep en forma de radiacions o ones electromagnètiques, caracteritzades per magnituds físiques com l'amplitud, la freqüència (ν) i la longitud d'ona (λ). <sup>1</sup> És aquesta última la que s'utilitza per "mesurar" l'espectre visible, mitjançant la unitat corresponent als nanòmetres.<sup>5</sup> La llum visible comprèn dels 380 als 720 nm.

Tenint en compte que l'ull és un element clau, però també subjectiu, com caracteritzar de manera més "objectiva" els colors? Un dels primers passos en pro del rigor va ser establir els seus tres atributs: <sup>2</sup>

- matís, to o tonalitat (*hue*)
- saturació o intensitat (*chroma*)
- brillantor o lluminositat (*value*).

LA COLORIMETRIA

És en la recerca de l'objectivitat que neix la colorimetria. Aquesta ciència utilitza mètodes quantificadors per tal d'aconseguir identificar el color de manera numèrica, mitjançant la realització de mesuraments, càlculs i comparacions de manera objectiva.

Però com? A inicis del segle XX es van realitzar diferents experiments en laboratoris, en els que es van comparar les sensibilitats cromàtiques de diverses persones.<sup>6</sup> Els observadors van ser exposats a la llum de diferents longituds d'ona, conegudes matemàticament, i es van obtenir uns resultats que, per convenció, van ser traduïts en tres colors; aquestes reproduïxen la sensibilitat als tres colors primaris per part d'un observador denominat "mitjà" o estàndard,<sup>7</sup> sent la corba X la corresponent al vermell, la Y al verd i la Z al blau, en funció de la longitud d'ona. És l'anomenada colorimetria triestímul.

Paral·lelament, l'any 1913 es fundà la *Commission Internationale de l'Éclairage* (CIE) o Comissió Internacional de la Il·luminació, autoritat internacional que s'ocupa del color i la llum, creada amb l'objectiu d'establir els mètodes de mesurament.

ELS ESPAIS DE COLOR

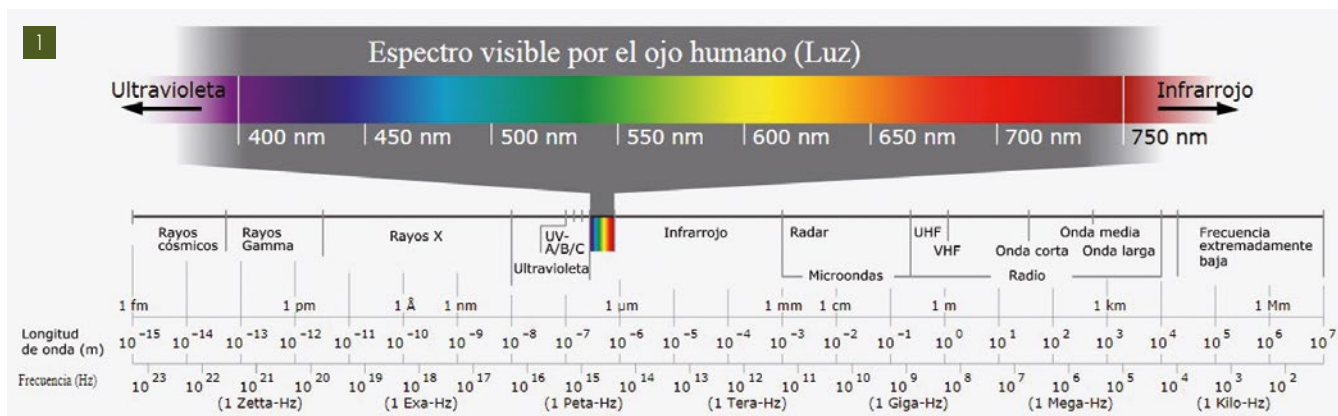
Un dels primers espais de colors definits matemàticament és l'anomenat CIE 1931, <sup>3</sup> consistent en un diagrama bidimensional on localitzar i reconèixer els colors. Partint dels tres valors X, Y i Z es van aplicar les següents equacions:  $X = X/(X+Y+Z)$   $Y = Y/(X+Y+Z)$ , obtenint les coordenades x i y. A partir de la localització d'aquestes en el diagrama, s'obté un punt que correspon al color en estudi.

Tot i ser utilitzat durant dècades i proporcionar un espai bidimensional, en aquest diagrama "les distàncies entre dos punts no representaven realment la diferència percebuda visualment".<sup>8</sup> Per aquesta raó es va evolucionar cap a altres models, amb l'objectiu d'apropar-se encara més a la forma de percebre el color per part de les persones, tot i seguir estructurant-se entorn dels mateixos atributs: tonalitat, lluminositat i saturació. D'aquesta manera es va passar de l'espai CIE 1931, al CIELab 1976. <sup>4</sup> Idoni per cossos que no emeten llum pròpia en l'espai CIELab, L\* representa la lluminositat (*value*) mentre a\* i b\* la tonalitat (*hue*).

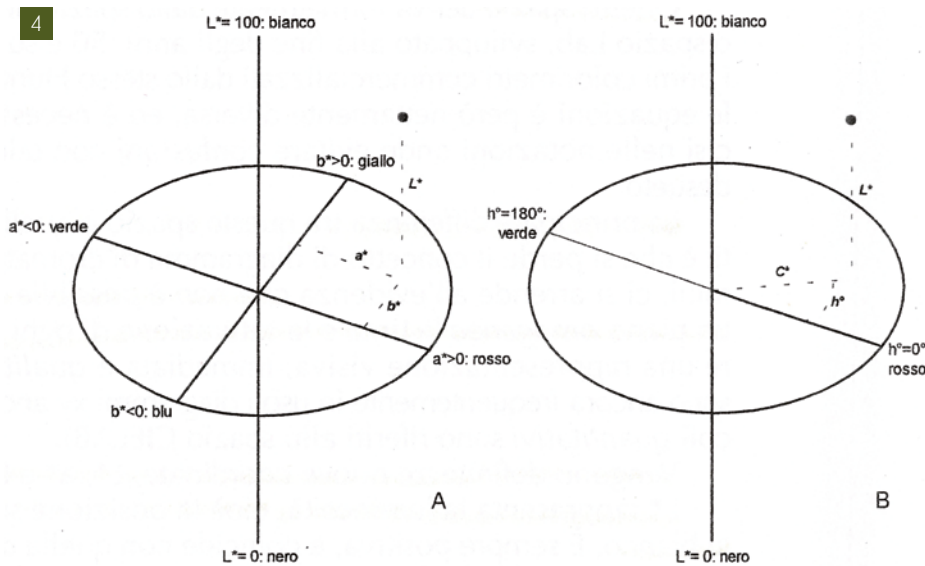
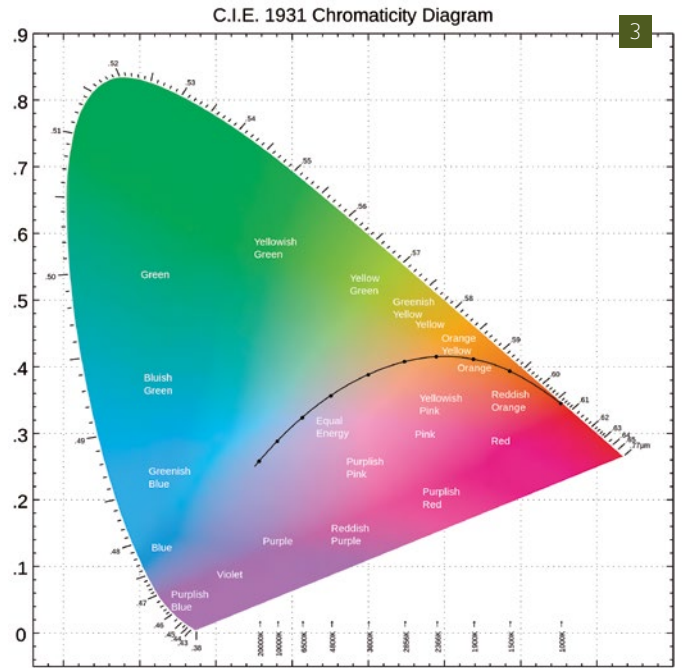
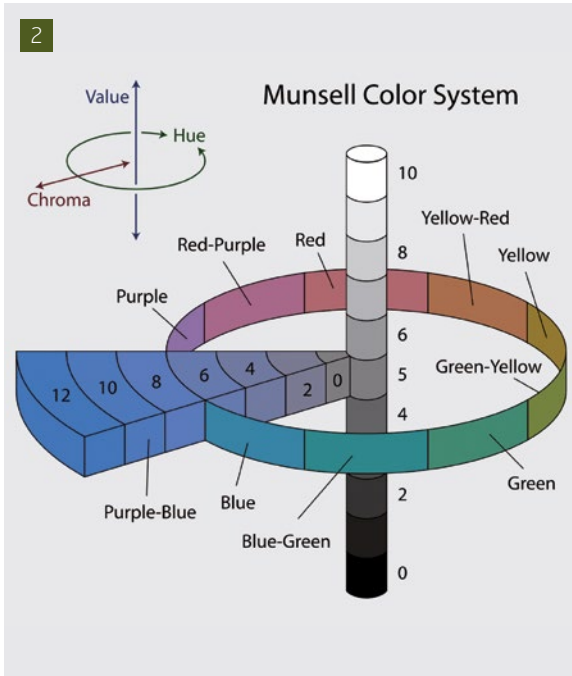
Posteriorment es va evolucionar cap a l'espai CIELCH, <sup>5</sup> on L\* segueix representant la lluminositat (*value*), mentre C\* passa a representar la saturació (*chroma*). D'aquesta manera 0 indicaria un color acromàtic mentre un amb valor de 85 equivaldria a un altament saturat. En canvi, h\* representa l'angle del matís o tonalitat (*hue*) i és expressat en graus.

OBJECTES D'ESTUDI: EL MOSAIC DE LA VIL·LA DEL PONT DEL TREBALL I DE CAN CABASSA

Les tessel·les que han servit com a mostres per establir la metodologia i possibles aplicacions d'aquest estudi pertanyen al mosaic policrom de la vil·la del Pont del Treball. Localitzat l'any 2011, durant l'inici de les obres de la futura estació de la LAV<sup>9</sup> de la Sagrera (Barcelona), es tracta d'un paviment d'*opus tessellatum* pertanyent a la gran sala de representació de la vil·la, i datat en el primer quart del segle V.<sup>10</sup>



Unicum, nº19, 2020



[2] Sistema de color Munsell® estructurat entorn els atributs del color (Imatge extreta de: WIKIPEDIA. *Munsell color System* [En línia] <[https://en.wikipedia.org/wiki/Munsell\\_color\\_system#/media/File:Munsell-system.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Munsell_color_system#/media/File:Munsell-system.svg)> [Consulta: 23 gener 2019]).

[3] Espai de color CIE 1931 (Imatge extreta de: WIKIPEDIA. *Espacio de color CIE 1931* [En línia] <[https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio\\_de\\_color\\_CIE\\_1931#/media/File:CIE-1931\\_diagram\\_in\\_LAB\\_space.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_de_color_CIE_1931#/media/File:CIE-1931_diagram_in_LAB_space.svg)> [Consulta: 25 maig 2016]).

[4] Diferències entre l'espai CIE Lab (A) i l'espai CIE Lch (B) (Fotografia extreta de: PALAZZI, S. *Colorimetria. La scienza del colore nell'arte e nella tecnica*. Fiesole (Itàlia): Nardini Editore, 1995, p. 50).

5



[5] Fragment del mosaic del Pont de Treball (Fotografia: L. Andino).

<sup>11</sup> Capa de morter feta de calç, sorra fina, nòduls de calç i ceràmica triturada.

<sup>12</sup> ALCUBIERRE, D. [et al.]. "Resultats preliminars...", p. 300.

<sup>13</sup> RAMISA, M. *El mosaic romà de Can Cabassa: Procés de restauració d'un paviment trobat en un abocador*. Treball final inèdit. Barcelona: ESCRBC, 2016, p. 1-68.

<sup>14</sup> ARTIGUES, P. LL. "La vil·la de Can Cabassa en els segles IV al VII". *Arqueologia Medieval* (2010-2011), núm. 6/7, p. 14 [En línia]. -<<https://www.raco.cat/in-dex.php/ArqueologiaMedieval/article/view/321675/412325>> [Consulta: 28 febrer 2018].

<sup>15</sup> Els mètodes de caracterització del color poden ser: qualitatiu (observació visual), semi quantitatiu (comparant la mostra amb patrons ja establerts) i quantitatiu (obtenint resultats numèrics de l'ús dels instruments).

<sup>16</sup> Està sent utilitzat pel departament de pintura mural, CROAPAE, de l'*Instituto del Patrimonio Cultural de España* (IPCE, comunicació personal amb la conservadora-restauradora Teresa Valle, 16/10/2018). Paral·lelament, també s'està fent servir en conservació-restauració de material tèxtil, document gràfic i escultura (comunicació personal amb la química Elena González, del *Laboratorio de química de materiales* de l'IPCE, 24/10/2016).

<sup>17</sup> En el cas de la carta *Munsell® soil charts*, l'ESCRBC disposa de l'edició de l'any 2000, tot i haver-hi una actualització de 2009.

<sup>18</sup> En el cas de l'espectrofotòmetre, ha estat impossible traslladar els resultats obtinguts a un espai de color en no posseir el software necessari i no haver trobat cap programari lliure.

<sup>19</sup> Versió oficial en espanyol de la Norma Europea EN 15886:2010.

<sup>20</sup> Elaborat pel pintor i professor d'art A. H. Munsell, i recollit en els seus llibres *A Color Notation* (1905) i *Atlas of the Munsell Color System* (1915).

<sup>21</sup> La versió de 2009 de la *Rock color book* conté 115 colors.

La tècnica musivària correspon a l'*opus tessellatum*. Les tesselles, d'aproximadament 10 x 10 mm o menys, es troben disposades damunt de dues capes de morter: el morter d'assentament i el *nucleus*.<sup>11</sup> Presenta una paleta cromàtica de 14 tipus diferents de tesselles: tres de ceràmica i onze de pedra.<sup>12</sup>

D'altra banda, a partir de la intervenció del mosaic de Can Cabassa (Sant Cugat) i seguint la metodologia establerta a partir de l'estudi de les tesselles de la vil·la del Pont del Treball, s'han identificat altres possibles aplicacions de la colorimetria en la conservació i restauració de mosaics. <sup>6</sup>

Els fragments de mosaic trobats al jaciment de Can Cabassa (Sant Cugat) ja van ser motiu d'estudi d'un treball final de l'ESCRBC defensat l'any 2015.<sup>13</sup> Aquests van ser descoberts a l'interior d'un retall<sup>14</sup> situat a prop d'una vil·la romana de caràcter agrícola i es creu que van ser arrencats del seu lloc d'origen durant una reforma realitzada a la segona meitat del segle IV.

### UTILITATGE: MÈTODES PER CARACTERITZAR EL COLOR

L'utilitatge emprat per desenvolupar la metodologia de l'experiment ha estat condicionat per dos factors.

D'una banda per la recerca bibliogràfica sobre l'aplicació de la colorimetria en conservació-restauració, a partir de la qual s'ha pogut constatar que els dos aparells més utilitzats són de tipus quantitatiu:<sup>15</sup> el colorímetre i l'espectrofotòmetre. A més a més, s'ha cregut necessari estudiar altres mètodes semi quantitatiu reconeguts per la comunitat científica (geòlegs, arqueòlegs, etc.) com les cartes de colors Munsell® i el lector-comparador, un aparell emprat per institucions capdavanteres en conservació-restauració.<sup>16</sup>

L'altre condicionant ha estat l'utilitatge disponible a l'ESCRBC. En determinats casos no s'ha pogut disposar de les últimes versions<sup>17</sup> o *software* necessari per traslladar-hi els resultats obtinguts.<sup>18</sup> Gràcies a la col·laboració establerta amb el Laboratori de conservació-restauració del Servei d'Arqueologia de Barcelona s'ha pogut utilitzar el seu lector-comparador de color.

### CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE L'UTILITATGE I NORMA ESPANYOLA UNE-EN 15886

Per seleccionar les característiques tècniques més adients, s'ha tingut en compte la norma espanyola UNE-EN 15886 de *Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Medición del color de superficies*.<sup>19</sup> Aquesta estableix les directrius a seguir en la determinació del color de materials inorgànics porosos, seguint les línies marcades per la Comissió Internacional de la Il·luminació (CIE). En ella es detallen les característiques tècniques



[6] Fragment del mosaic de Can Cabassa (Fotografia: L. Andino).

recomanades per ser seleccionades en els aparells de mesurament. En el quadre comparatiu es mostren les opcions escollides en verd. <sup>7</sup>

### CARTES DE COLOR: MUNSELL®

El sistema de color Munsell® és una classificació del color segons la percepció humana i a partir dels tres atributs explicats en el marc teòric.<sup>20</sup> <sup>2</sup> Configurat com una escala numèrica, en el sistema Munsell® la descripció del color és expressada per un sistema de sigles, en el que primerament s'identifica la tonalitat (*hue*). D'aquesta manera Y correspondria a *yellow* o groc, G a *green* o verd, B a *blue* o blau, P a *purple* o porpra i R a *red* o vermell. Una vegada trobada la tonalitat més similar a la mostra en estudi, es determina la lluminositat (*value*) i la saturació (*chroma*) mitjançant una correlació numèrica. D'aquesta manera el número 1 equivaldria al color menys lluminós o saturat i el 8 al que més.

Entre les publicacions referents al sistema Munsell® hi destaquen unes cartes utilitzades en identificació de pedra, material objecte del present estudi; són la *Munsell® Soil Color Charts* o carta de color de terres i la *Rock color book* o carta de color de roques.<sup>21</sup> En elles, a part del valor alfanumèric del sistema Munsell®, es pot trobar la corresponent denominació o descripció "verbal" de cada color que hi apareix. En aquest estudi s'ha fet servir la *Munsell® Soil Color Charts* corresponent a la versió de l'any 2000, que conté 322 colors. <sup>22</sup> <sup>8</sup>

### COMPARADOR DE COLOR

Un comparador o lector-comparador de color<sup>23</sup> és un aparell que compara el color de la mostra en estudi versus les cartes de colors que porta incorporades.

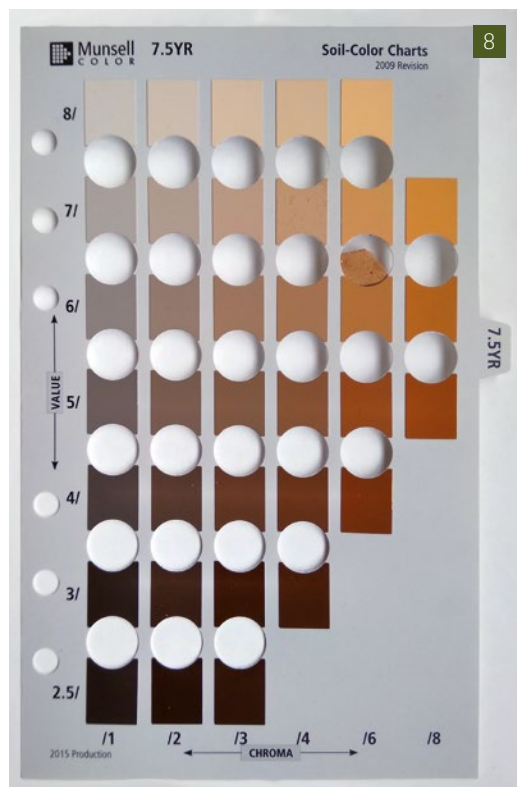
Tot i ser un aparell senzill, l'*X-Rite®* Capsure té unes prestacions interessants. Per una banda, compta amb tres mides d'àrea de mesurament: 2, 4 i 8 mm. En aquest estudi s'ha apostat per seleccionar l'àrea de mesurament més petita per poder caracteritzar fins i tot les vetes presents en diverses tesselles.



NOM DE L'APARELL MARCA COMERCIAL	MUNSELL® SOIL COLOR CHARTS	Lector-comparador X-RITE® CAPSURE	Colorímetre de sobretaula COLOR TESTER LFM 1 Dr. LANGE	Espectrofotòmetre C162L+RTL
	Munsell®	X-Rite Capsure®	Neurtek S.A.	X-Rite®
ESPECIFICACIONS TÈCNiques	GEOMETRIA DE MESURAMENT		45°/0° Image Capture	45°/0°
	ÀREA DE MESURAMENT		2, 4 i 8 mm	20 x 30 mm
	OBERTURA		9mm	50 mm
	FONTS DE LLUM		Tridireccional independent 25 LED (8 x longituds d'ona visibles, 1 x	
	TIPUS D'IL·LUMINANTS OBSERVADOR ESTÀNDARD		A 10°, D65 10°, A 2°, D50 2°, D65 2°, F2 2°	C
	RANG ESPECTRAL			380-700 nm
	CONTACTE DE LA IMATGE DURANT LES MEDICIONS		Video Preview	NO
	RANG DE TEMPERATURA OPCIONAL		0° C a 40° C (50° F a 104° F)	
	RANG D'HUMITAT		20%-80% HR. (sense condensació)	
	DIMENSIONS (alt x ample x llarg)		4 cm x 5,2 cm x 14,4 cm	42,5 x 14 x 26 cm
	PES		165 g	9.500g
	ÚS		només per interiors	només per interiors
	ALTITUT		2.000 m	
DADES OBTINGUES DELS MESURAMENTS	Paràmetres alfanumèrics Munsell (tonalitat, lluminositat i saturació).	Presenta 3 opcions: 1) Valors cartes Munsell, 2) valors carta de colors NCS i 3) correspondència amb L*a*b* del color de la carta NCS	X, Y, Z	L*a*b*

[7] Quadre comparatiu de les característiques tècniques dels mètodes emprats. Pel que fa a la naturalesa de la mostra a caracteritzar, cal comentar que la majoria d'aparells requereixen que aquestes estiguin netes, seques, i que preferiblement siguin planes. Així, s'obtenen millors resultats si la superfície és opaca.

[8] Exemple de caracterització de la tessella T.5.1.C. mitjançant la carta *Munsell® Soil Color Charts* (Fotografia: L. Andino).



Un altre tret a ressaltar és la possibilitat de controlar la zona en estudi mitjançant el seu programa *Video Preview* i la pantalla a color. En ella hi apareix el resultat de la comparació i s'obté, per tant, el color més similar a l'original. Tanmateix, aquests sempre són orientatius i, per això, X-Rite® recomana que el resultat sigui verificat mitjançant la consulta de la carta física.

Entre les cartes de colors que poden ser incorporades en el dispositiu (PANTONE, RAL, etc...) s'ha de destacar la carta NCS<sup>24</sup> que, a part dels seus paràmetres alfanumèrics, pot donar el valor en L\*a\*b\* del color NCS més similar a l'original. D'altra banda, també pot ser incorporada la carta de colors Munsell® que, si bé agrupa els dos volums del *Munsell® Book of Color*,<sup>25</sup> no proporciona les denominacions verbals.<sup>26</sup>

#### APARELLS DE MESURA DE COLOR I LLUM

Tant els colorímetres com els espectrofotòmetres mesuren la llum i el color. Els colorímetres es basen en el funcionament de l'ull humà i realitzen mesuraments de color a partir dels tres colors primaris (vermell, verd i blau), indicant en quina quantitat són presents aquests tres components en la llum reflectida o transmesa per un cos.

<sup>22</sup> La versió de l'any 2009 compta amb 401 colors.

<sup>23</sup> X-RITE®. *Capsure™. Manual de uso* [En línia] <[https://www.idecolor.com/uploads/tmp/X-Rite%20CAPSURE%20Device%20Manual\\_es.pdf](https://www.idecolor.com/uploads/tmp/X-Rite%20CAPSURE%20Device%20Manual_es.pdf)> [Consulta: 12 gener 2019].

<sup>24</sup> El *Natural Colour System* és definit com "un sistema de notació de colors lògic, construït a partir de com veuen els humans". Va ser creat a Suècia als anys 60 del segle XX i està basat en els tres atributs del color. Aquesta carta és utilitzada per arquitectes, dissenyadors, etc. En conservació-restauració s'ha emprat sovint en patrimoni arquitectònic (NCS. [En línia] <<https://ncscolor.com/>> [Consulta: 12 gener 2019].

<sup>25</sup> Mat i brillant.

<sup>26</sup> Aquestes únicament s'obtenen a partir de les cartes *Munsell® Soil Color Charts*, *Munsell® Rock color book* o *Munsell® Bead color book*.

En canvi, els espectrofotòmetres es basen en la caracterització del color a partir de les longituds d'ona emeses per l'objecte il·luminat.

## COLORÍMETRE

En l'estudi s'ha emprat un colorímetre de sobretaula Color Tester LFMI.<sup>27</sup> Com que és un aparell de laboratori, parteix del hàndicap que la mostra a identificar ha de ser lleugera, petita i portàtil.

Per al seu funcionament són necessaris els filtres X, Y, Z que corresponen als tres colors primaris que l'ull percep.

Feta la identificació del color, s'anoten els resultats obtinguts i es transfereixen a una taula de Microsoft® Excel, on els valors cromàtics de X, Y, Z són transformats en les coordenades x, y mitjançant les equacions matemàtiques esmentades en el marc teòric. Finalment, els valors d'aquestes coordenades són traslladats al diagrama de color CIE 1931.

## ESPECTROFOTÒMETRE

L'espectrofotòmetre utilitzat en l'experiment correspon al model X-Rite® CI62L+RTL,<sup>28</sup> que permet obtenir valors en L\*a\*b\*.

És de fàcil ús, sent necessari realitzar una lleugera pressió damunt la mostra (en un moviment similar al d'una grapadora) per efectuar la caracterització. Malauradament, les dimensions de les mostres han estat incompatibles amb l'àrea de mesurament de l'aparell, en presentar una mida inferior.

## METODOLOGIA

Per establir la metodologia a seguir en el disseny experimental s'han tingut en compte les recomanacions de la norma espanyola UNE-EN 15886. Tanmateix, tant les característiques dels aparells com la naturalesa de les mostres emprades en aquest estudi han condicionat la tria de les opcions, no podent escollir sovint la més recomanada.

Pel que fa a la selecció de les provetes, i a causa del número limitat d'aquestes, s'han escollit les mostres més representatives.

Respecte al nombre de punts de caracterització del color, la norma estableix que s'ha d'adaptar al tipus de mostra. En aquest treball, i partint de bibliografia consultada,<sup>29</sup> s'ha decidit realitzar tres mesuraments per cada punt de color a identificar. En el cas del lector-comparador, i en haver seleccionat l'àrea de mesurament més petita (2 mm), s'han triat tres punts de color dins la mateixa cara de la tessella.

## DESCRIPCIÓ DEL PROCEDIMENT

El procediment ha consistit en:

### 1- Selecció de les mostres a caracteritzar i recollida de dades.

Mostres corresponents a 33 tesselles de 12 tipus de tonalitats diferents pertanyents al mosaic de la vil·la del Pont del Treball, entregades en dipòsit pel Servei d'Arqueologia de Barcelona. S'ha procedit a atorgar una nova nomenclatura a cada mostra.

### 2- Presa de mides i documentació fotogràfica de les 6 cares de les tesselles.

**3- Selecció de la cara de la tessella més adequada per la realització de l'estudi.** S'ha prioritzat la més homogènia cromàticament i/o aquella que resultaria "vista" o "trepitjada" en el paviment original, descartant les cares amb restes de concrecions i morters al nivell superficial i alteracions superficials.

### 4- Documentació fotogràfica.

### 5- Procediment de caracterització del color.

Tot i seleccionar inicialment 12 tesselles i caracteritzar-les amb el mètode *Munsell® soil color charts*, a causa de la limitació de temps del treball, en la resta d'aparells s'ha reduït l'estudi científic a 6 tesselles.

## CARTA MUNSELL® SOIL COLOR CHARTS

El procediment ha consistit a comparar la cara de la tessella seleccionada amb el color més semblant de la carta Munsell®. Atès que hi ha tesselles amb diverses tonalitats, en presentar vetes, s'han identificat tots els colors presents. S'ha emprat aquest mètode de caracterització tant en les tesselles de la vil·la del Pont del Treball com en les de Can Cabassa. <sup>9</sup>

El resultat ha estat l'elaboració d'una llista on figuren tant els valors alfanumèrics Munsell® com també la denominació "verbal" del color. Aquesta ha estat traduïda de l'anglès, fent servir el portal del TERMCAT (Centre de Terminologia Catalana), concretament, una eina anomenada Cercaterm.<sup>30</sup>

## LECTOR-COMPARADOR DE COLOR X-RITE® CAPSURE

El lector-comparador X-Rite® Capsure emprat en aquest estudi porta incorporades dues cartes que permeten obtenir dos tipus de valors. Per una banda, la carta NCS (amb 1.950 colors), reconeguda com a Norma UNE 48103<sup>31</sup> per AENOR,<sup>32</sup> a través de la qual s'obtenen els valors L\*a\*b\*.<sup>33</sup> D'altra banda, la *Munsell® Book of Color* que compta amb els dos volums corresponents a l'edició mat de 1.602 colors i l'edició brillant de 1.301.

<sup>27</sup> La informació sobre l'aparell està extreta de les instruccions d'ús, traduïdes de l'alemany.

<sup>28</sup> X-RITE®. *Espectrofotòmetre CI62L+RTL. Guia de uso* [En línia]. <[https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/manuals\\_and\\_userguides/c/i/ci62l\\_rtl\\_manual\\_es.pdf](https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/manuals_and_userguides/c/i/ci62l_rtl_manual_es.pdf)> [Consulta: 12 gener 2019].

<sup>29</sup> COBA PEÑA, A. C. [et al.]. "Reconstrucción virtual de color sobre la policromía del alfarje y yeserías del patio de las Doncellas". *PH* (2016), núm. 7, p. 1-23. Disponible en línia a: <<http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/4071>> [Consulta: 23 gener 2018].

<sup>30</sup> CERCATERM. [En línia]. <<https://www.termcat.cat/ca/cercaterm>> [Consulta: 12 gener 2019]. És una eina que permet fer totes les consultes sobre dubtes en la traducció dels mots.

<sup>31</sup> Norma de pintures i vernissos. Compta amb un document, l'UNE 48103-2, dedicat al mesurament del color.

<sup>32</sup> *Asociación Española de Normalización y Certificación* (AENOR).

<sup>33</sup> També es poden obtenir resultats en RGB i CMYK.



Com a utilitat de mesurament, s'han utilitzat el lector-comparador i la carta de color *Munsell® Soil Color Charts* per verificar el resultat Munsell® obtingut. Primerament, s'han triat els tres punts més homogenis i representatius cromàticament, marcant-los en la fotografia ampliada. A continuació, s'ha seleccionat la carta de colors escollida. L'obtenció dels valors  $L^*a^*b$  i Munsell®, malauradament, no és simultània: s'ha de realitzar primer el mesurament amb una carta i, posteriorment, seleccionar l'altra. <sup>10</sup>

**COLORÍMETRE DE SOBRETOLA COLOR TESTER LFM 1 NEURTEK**  
El colorímetre de sobretaula Color Tester LFM 1 Neurtek S.A. presenta diversos hàndicaps. La primera dificultat està en les dimensions de l'àrea de mesurament, que és de 20 x 30 mm. Les mostres a identificar han de ser inserides en un receptacle cilíndric de plàstic, que coincideix amb l'obertura de mesurament del colorímetre. Això comporta que aquelles que no són totalment regulars, no queden planes i es mouen. És per això que ha estat necessari idear un suport que immobilitzés la mostra i evités la possible fuga de llum. Per determinar la mida idònia de l'àrea de mesurament a dissenyar s'han fet proves de caracterització del color d'un estàndard,<sup>34</sup> imitant les prestacions dels nous colorímetres de laboratori amb àrees de 3, 6 i 8 mm. En ubicar els resultats obtinguts en el diagrama de color CIE 1931, s'ha comprovat que l'àrea de 8 mm era la més rigorosa. <sup>11</sup>

A continuació, s'ha procedit a realitzar les lectures del color de cada tessella amb els tres filtres corresponents (X, Y, Z).

**ESPECTROFOTÒMETRE X-RITE® CI62L+RTL**

L'àrea de mesurament de l'aparell, de 14 mm, ha estat un desavantatge. A causa de les dimensions reduïdes de les tesselles en estudi i les de la base de l'espectrofotòmetre



[9] Fotomuntatge de les fotografies de les tesselles de la vil·la del Pont del Treball, caracteritzades amb la carta *Munsell® Soil Color Charts* (Fotografies: L. Andino, realitzades amb l'objectiu TAMRON 90mm, F/2.8 MACRO).

ha estat necessari idear una base amb el mateix gruix de la mostra a analitzar, per poder-hi recolzar l'instrument.

Les tesselles de Can Cabassa també han estat caracteritzades, tant amb aquest mètode com amb el *Munsell® Soil Color Charts*. No obstant això, únicament ha estat possible identificar el color de 7 tesselles de les 11, a causa de les seves dimensions inferiors a 10 mm. <sup>12</sup>

<sup>34</sup> Corresponent al color verd de la carta *Grey and color test chart* (marca JOBO).



[10] Taula de treball durant els mesuraments de les tesselles de la vil·la del Pont del Treball amb la carta de color *Munsell® Soil Color Charts*.



[11] Vista del colorímetre de sobretaula, amb els cartons a mida corresponents a les àrees de 3, 6 i 8 mm.



[12] Vista de la base elaborada durant el procés d'identificació del color amb l'espectrofotòmetre (Fotografies: L. Andino).

RESULTATS

**Cas pràctic 1: Mosaic de la vil·la del Pont del Treball**

A continuació es presenten els resultats obtinguts a partir de la caracterització del color de les tesselles de la vil·la

del Pont del Treball. Cal recordar que s'han identificat 12 mostres amb la *Munsell® Soil Color Charts*, concretant l'ús d'altres mètodes únicament en 6 tesselles.

DENOMINACIÓ ESCRIBIDA	HUE	VALUE	CHROMA	DENOMINACIÓ COLOR (ANGLÈS)	DENOMINACIÓ COLOR (CATALÀ)	
<b>T.1.2.E</b>	2.5 Y	8	1	<i>White</i>	Blanc	
<b>T.2.3.C</b>	10 R	5	3	<i>Weak red</i>	Vermell suau	
<b>T.3.1.C</b>	2.5 YR	6	8	<i>Light red</i>	Vermell lluminós	
<b>T.4.3.C (clar)</b>	2.5 YR	4	2	<i>Weak red</i>	Vermell suau	
<b>T.4.3.C (fosc)</b>	GLE Y1	3	N	<i>Very dark gray</i>	Gris molt fosc	
<b>T.5.1.C.</b>	7.5 YR	6	6	<i>Reddish yellow</i>	Groc rogenc	
<b>T.6.3.C</b>	2.5 Y	7	1	<i>Light gray</i>	Gris clar	
<b>T.7.2.A (clar)</b>	GLE Y2	7	5B	<i>Bluish gray</i>	Gris blavós	
<b>T.7.2.A (fosc)</b>	GLE Y2	6	5B	<i>Bluish gray</i>	Gris blavós	
<b>T.8.2.B (lila)</b> <sup>35</sup>	10 R	5	2	<i>Weak red</i>	Vermell suau	
<b>T.8.2.B (rosa pàlid)</b>	5YR	8	2	<i>Pinkish white</i>	Blanc rosat	
<b>T.8.2.B (groc)</b>	7.5YR	8	2	<i>Pinkish white</i>	Blanc rosat	
<b>T.11.1.C</b>	2.5Y	7	1	<i>Light gray</i>	Gris clar	
<b>T.11.1.C</b>	10YR	7	1	<i>Light gray</i>	Gris clar	
<b>T.12.2.F (marró)</b>	10YR	6-7	2	<i>Light gray</i>	Gris clar	
<b>T.12.2.F (lila)</b>	10R	5	3	<i>Weak red</i>	Vermell suau	
<b>T.13.1.C (clar)</b>	5Y	6	1	<i>Gray</i>	Gris	
<b>T.14.3.C (fosc)</b>	GLE Y1	4	N	<i>Dark gray</i>	Gris fosc	
<b>T.14.3.C (veta clara)</b>	GLE Y1	6	10Y	<i>Greenish gray</i>	Gris verdós	

<sup>35</sup> Es el color més semblant tot i que no es correspon totalment.

Resultats obtinguts amb la carta *Munsell® Soil Color Charts*: valors alfanumèrics i denominació verbal (Gràfic: L. Andino).



DENOMINACIÓ ESCRBC	HUE	VALUE	CHROMA	BRIGHTNESS	ANGLÈS	CATALÀ
<b>T.1.2.E</b>	5 Y (1 i 2) 10 YR (3)	8 (1.1, 3) 8.5 (2) 7 (1.2, 1.3)	1	M (1.1, 2) G (1.2, 1.3)		
<b>T.2.3.C</b>	5 YR	6	2	G	<i>Pinkish gray</i>	Gris rosat
<b>T.3.1.C</b>	2.5YR (1) 7.5YR (2) 5YR (3)	6	4 (2) 6 (1 i 3)	G (1) M (2 i 3)		
<b>T.5.1.C</b>	7.5 YR	6	4 (1) 6 (2 i 3)	M	<i>Reddish yellow</i>	Groc rogenc
<b>T.6.3.C</b>	10 YR	7	2	M		
<b>T.14.3.C (fosc)</b>	5Y (1) 10YR (2,3)	5 (1) 4 (2, 3)	1	M	<i>Dark gray</i>	Gris fosc
<b>T.14.3.C (veta clara)</b>	10YR (1,3) 5Y (2)	5	1	G		

Resultats obtinguts amb el lector-comparador X-Rite® Capsure a partir de la carta Munsell® : valors alfanumèrics i denominació verbal<sup>36</sup> (Gràfic: L. Andino).

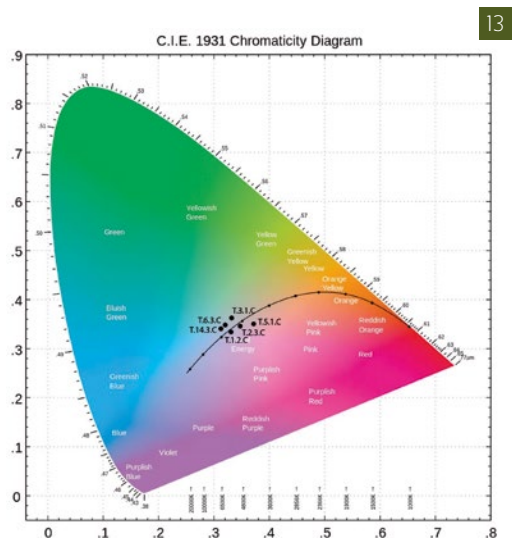
<sup>36</sup> Obtinguda a partir de la carta Munsell® Soil Color Charts.

DENOMINACIÓ ESCRBC	NCS (PUNTS DE MESURAMENT)	L*	a*	b*
<b>T.1.2.E</b>	S 3005-G80Y (punt 1 <sup>1</sup> ) S 2005-Y50R (punt 1 <sup>2</sup> , 1 <sup>3</sup> ) S S 1505-Y (punt 2) S 1505-Y30R (punt 3)	71.62 77.41 83.86 83.27	-1.65 2.21 - 0.78 1.69	8.52 7.36 10.12 10.07
<b>T.2.3.C.</b>	S 4010-Y70R (1 <sup>1</sup> , 2) S 5010-Y50R (1 <sup>2</sup> , 1 <sup>3</sup> i 3) S 5010-Y50R (2)	59.18 60.85 51.72	8.09 7.12 6.82	8.39 11.09 11.46
<b>T.3.1.C.</b>	S 3030-Y50R (1, 3) S 3030-Y40R (2)	60.41 (1, 3) 60.51(2)	20.45 (1, 3) 17.56 (2)	25.96 (1, 3) 28.82 (2)
<b>T.5.1.C.</b>	S 3030-Y40R (1) S 3030-Y30R (2, 3)	60.51 (1) 62.07 (2, 3)	17.56 (1) 13.95 (2, 3)	28.82 (1) 30.27 (2, 3)
<b>T.6.3.C.</b>	S 3005-Y20R (1, 2 i 3)	69.27	1.38	10.02
<b>T.14.3.C (fosc)</b>	S 5502-Y (1) S 6502-Y (2 i 3)	50.65 42.47	0.01 -0.06	4.03 3.53
<b>T.14.3.C (clar)</b>	S 5005-Y50R (1, 2 i 3)	53.75	3.40	6.45

Resultats obtinguts amb el lector-comparador X-Rite® Capsure a partir de la carta NCS: valors alfanumèrics i L\*a\*b\* (Gràfic: L. Andino).

Un cop obtingudes les coordenades x i y, s'ha procedit a quadricular el diagrama de color CIE 1931. Mitjançant l'ús del programa informàtic Adobe® Photoshop s'ha localitzat la mostra en l'espai de color, partint del punt d'intersecció d'ambdues coordenades. <sup>[13]</sup>

Segons els resultats obtinguts amb el colorímetre de sobretaula, i vista la ubicació de les mostres en el diagrama de color, es plantegen diversos dubtes. D'una banda, són els resultats finals prou exactes i rigorosos? És aquest tipus de mostra compatible amb les característiques tècniques de l'aparell? Si es parteix de la suposició que els resultats són correctes, pot donar-se que el mateix diagrama de CIE 1931 sigui un espai de color limitat? Prova d'això és que les 6 tesselles estan situades en la mateixa zona. En el cas de la tessella T.3.1.C, hauria d'estar situada clarament en l'àrea del taronja (*orange*) o groc taronja (*orange yellow*).



[13] Gràfic en el qual s'ubiquen els valors obtinguts mitjançant el color tester LFM 1 Dr. Lange (Gràfic extret de: WIKIPEDIA. *Espacio de color CIE 1931* [En línia] <[https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio\\_de\\_color\\_CIE\\_1931#/media/File:CIE-1931\\_diagram\\_in\\_LAB\\_space.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Espacio_de_color_CIE_1931#/media/File:CIE-1931_diagram_in_LAB_space.svg)> [Consulta: 25 maig 2016]. Imatge modificada amb Adobe® Photoshop per L. Andino).

DENOMINACIÓ ESCRIBCC	L value (SPIN) LAB	A value (SPIN) LAB	B value (SPIN) LAB	L value (SPEX) LAB	A value (SPEX) LAB	B value (SPEX) LAB
<b>T.1.2.E</b>	77,4499	0,4096	9,3773	77,4284	0,4146	9,4366
<b>T.2.3.C</b>	53,9666	7,6042	13,3632	53,8281	7,5516	13,3864
<b>T.3.1.C</b>	56,5002	12,9049	21,3865	56,4162	12,9229	21,3447
<b>T.5.1.C</b>	57,6485	12,186	27,1757	57,5577	12,2222	27,1571
<b>T.6.3.C</b>	66,0472	3,1115	12,2545	65,7194	3,0564	12,1732
<b>T.14.3.C</b>	45,1025	0,8073	5,6141	44,6572	0,7873	5,4662

Resultats obtinguts amb l'espectrofotòmetre X-Rite® Ci62+RTL (Gràfic: L. Balust).

<sup>37</sup> Vegeu l'apartat d'aplicacions en conservació-restauració.

Respecte als valors L\*a\*b obtinguts mitjançant l'espectrofotòmetre X-Rite® Ci62+RTL, i no podent disposar del *software* o programa necessari per ubicar-los en l'espai de color CIELAB, no ha estat possible la seva representació en un espai de colors. Tanmateix, han estat inclosos en la proposta de presentació de la paleta cromàtica del mosaic de la vil·la del Pont de Treball.<sup>37</sup>

**Cas pràctic 2: fragments de mosaic de Can Cabassa**

Les tesselles pertanyents al mosaic de Can Cabassa únicament han estat caracteritzades amb la *Munsell® Soil Color Chart* i l'espectrofotòmetre X-Rite® Ci62+RTL, ja que l'objectiu de la seva identificació era descobrir altres usos de la colorimetria en el camp de la conservació-restauració, i no pas comparar de nou els diferents mètodes entre si.



DENOMINACIÓ ESCRBC	HUE	VALUE	CHROMA	DENOMINACIÓ COLOR (ANGLÈS)	DENOMINACIÓ COLOR (CATALÀ)
<b>T.1</b>	10YR	8	1	White	Blanc
<b>T.2</b>	10YR	6	6	Reddish yellow	Groc vermellós
<b>T.3</b>	5YR	5 5	4 6	Reddish brown Yellowish red	Marró vermellós Vermell groguenc
<b>T.4</b>	2.5YR	5	4	Reddish brown	Marró vermellós
<b>T.5</b>	10R	4 5	2 2	Weak red	Vermell suau
<b>T.6</b>	10R	5 6	4 4	Weak red Pale red	Vermell suau Vermell pàl·lid
<b>T.7</b>	10YR	6	4	Light yellowish brown	Marró clar groguenc
<b>T.8</b>	2.5Y	5	3	Light olive brown	Marró oliva clar
<b>T.9</b>	10YR	4 5	2 1	Dark grayish brown Gray	Marró fosc grisenc Gris
<b>T.10</b>	10YR	3 4	1 1	Very dark gray Dark gray	Gris molt fosc Gris fosc
<b>T.11</b>	GLEY1	4	N	Dark gray	Gris fosc

Resultats obtinguts amb la carta *Munsell® Soil Color Charts*: valors alfanumèrics i denominació verbal (Gràfic: L. Andino).

DENOMINACIÓ ESCRBC	L value (SPIN) LAB	A value (SPIN) LAB	B value (SPIN) LAB	L value (SPEX) LAB	A value (SPEX) LAB	B value (SPEX) LAB
<b>T.1</b>	78,2868	2,2596	12,6911	77,6263	2,3265	12,7208
<b>T.2</b>	54,43	10,3739	28,1511	54,3478	10,4851	28,123
<b>T.3</b>	51,0456	13,2673	21,3596	50,8875	13,141	21,2601
<b>T.4</b>	53,1144	8,4085	12,5879	53,0599	8,3877	12,5636
<b>T.5</b>	54,3757	12,9671	16,7683	53,8416	13,4061	17,1466
<b>T.9</b>	43,753	2,6888	7,7735	43,7267	2,6837	7,7762
<b>T.11</b>	39,9643	0,4804	2,161	39,9581	0,4792	2,1718

Resultats obtinguts amb l'espectrofotòmetre X-Rite® Ci62+RTL (Gràfic: L. Balust).

Únicament s'han pogut caracteritzar amb l'espectrofotòmetre 7 dels 11 colors, a causa de les mides reduïdes de les tesselles, iguals o inferiors a 10 mm<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONS SOBRE ELS MÈTODES DE CARACTERITZACIÓ DEL COLOR

Les cartes *Munsell® Soil Colors Charts* són un mètode simple, econòmic i portàtil, podent ser utilitzades en mostres de qualsevol dimensió. A més a més, la seva denominació "verbal" aporta una informació extra, ja que ofereix una descripció més rigorosa. Com a aspecte negatiu, no deixa de ser un sistema subjectiu, ja que és l'ull el que dictamina quin color estàndard és més similar a l'original. En la mateixa línia, cal comentar que es tracta d'un mètode limitat, ja que la versió de l'any 2000 compta amb 322 colors, amb un ventall reduït en el cas de blancs i grisos.

El lector-comparador X-Rite® Capsure és un aparell senzill però polivalent, en disposar d'unes prestacions molt interessants, com són les diferents mides d'àrea de mesurament i l'opció de la pantalla *Video Preview*, que facilita el control del punt exacte de caracterització en tot moment. D'altra banda, el fet de portar incorporades diverses cartes de color, permet obtenir diferents valors. Com a punt en contra, com en el cas de l'ús de la carta *Munsell® Soil Colors Charts*, el resultat s'obté partint d'uns colors patrons. Però, a diferència de les cartes, el lector-comparador no adjunta cap denominació "verbal".

Ambdós mètodes són reconeguts i resulten més econòmics que els de mesurament de llum i color: el colorímetre i l'espectrofotòmetre. No obstant això, aquests últims són més rigorosos, ja que proporcionen els valors exactes de la mostra i no els d'un patró similar.

Pel que fa al colorímetre de sobretaula Color Tester LFM 1 Dr. Lange, les seves qualitats tècniques han resultat un obstacle. En tractar-se d'un aparell de laboratori, requereix que la mostra compti amb unes característiques determinades (superfície regular, mida, opacitat, etc.). Respecte a la denominació "verbal" del color obtinguda en situar els resultats en el diagrama CIE 1931, és més general que l'adquirida mitjançant el sistema *Munsell® Soil Colors Charts*.

L'espectrofotòmetre X-Rite® Ci62+RTL, tot i ser portàtil i fàcil d'utilitzar, és voluminós i requereix una superfície plana on recolzar-lo per poder realitzar el mesurament. En el cas de les tesselles de la vil·la del Pont del Treball s'han identificat totes, tot i no haver-se pogut verificar si la seva ubicació en l'espai CIELAB es correspon amb el color de les mostres.

Tant en el cas del colorímetre com en el de l'espectrofotòmetre les àrees de mesurament dels aparells han suposat un problema, a causa de les mides reduïdes de les mostres.

## APLICACIONS EN LA CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ DE MOSAICS

### DOCUMENTACIÓ: DESCRIPCIÓ DEL COLOR

L'estudi de les tesselles de la vil·la del Pont del Treball i els mesuraments obtinguts han permès obtenir una informació que pot convertir-se en un apartat important en la seva documentació. Però, aleshores, sorgeix el dilema: com i quina informació es dona?

Un estudi a tenir en compte és *Le triomphe indien de Dionysos: Étude descriptive et iconographique d'une mosaïque de Sétif*.<sup>38</sup> Realitzat l'any 2004 per Virginie Weinmann, en ell s'analitzen els diferents colors presents en aquest mosaic policrom d'Algèria a través de la fotogrametria.<sup>39</sup>

Per tant, una proposta podria ser mostrar la fotografia general del mosaic i optar, o bé per incloure fotografies individualitzades de les tesselles que el conformen, o per representar el color de cadascuna d'elles.<sup>40</sup> En el cas de la primera opció, el rigor en la captació del color dependrà del calibratge de la càmera fotogràfica, mentre en ambdós casos es poden produir variacions en el tipus de sortida de l'arxiu generat (monitor de l'ordinador, *software*, impressora...).

Però, i si les fotografies fossin complementades amb els valors obtinguts de la caracterització del color? Quines dades s'han de mostrar? Les cartes Munsell® podrien aportar, a part del paràmetre alfanumèric, una denominació "verbal" del color.<sup>41</sup> Tanmateix, no es deixa de fer referència a un color patró. Per aquest motiu, i atès que els valors L\*a\*b\* es poden obtenir a partir de diversos aparells d'identificació del color, seria útil facilitar aquesta dada? La resposta podria ser afirmativa, sempre que s'especificuessin les característiques tècniques de l'instrument (la geometria de mesurament, la reflexió especular, l'àrea de mesurament, l'observador estàndard, el tipus d' il·luminant i l'espai de color) i es poguessin ubicar els resultats en un espai de color.

La imatge 14 mostra la proposta de presentació de les dades obtingudes a partir de la caracterització del color de les tesselles del mosaic del Pont del Treball, amb la *Munsell® Soil Color Charts*, i els resultats aconseguits amb l'espectrofotòmetre Ci62L+RTL X-Rite®, corresponents a l'espai CIE L\*a\*b\*. 14

<sup>38</sup> BOUBAYA, A. F. "Définition des couleurs dans la restauration des mosaïques romaines". A: *Couleurs et temps. La couleur en conservation et restauration. 12es journées d'études de la SFILC, Paris, Institut national du patrimoine, 21-24 juin 2006*. París: SFILC, 2006, p. 169-176.

<sup>39</sup> Segons la *Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*, "la fotogrametria i la teledetecció són l'art, la ciència i la tecnologia d'obtenir informació fiable a partir d'imatges sense contacte directe i altres tipus de sensors sobre la Terra i el seu entorn, i altres objectes i processos físics, la gravació, mesurament, anàlisi i representació". ISPRS. [En línia] <<http://www2.isprs.org/commissions.html>> [Consulta: 10 maig 2019].

<sup>40</sup> L'únic programa que permet la introducció de valors L\*a\*b\* és l'Adobe® Photoshop i, tot i així, no permet la introducció de decimals.

<sup>41</sup> MACCHIAROLA, M.; [et al.]. "Conservazione musiva e conoscenza: un binomio imprescindibile. Esempi di interventi in situ e in laboratorio". A: *10ª Conferenza del Comitato Internazionale per la conservazione dei mosaici, Palermo, 20-26 ottobre 2008*. Palermo: Assessorato dei beni culturali e dell'identità siciliana - Dipartimento dei beniculturali e dell'identità siciliana, 2014, p. 162-173.





14



15

[14] Proposta de presentació de la paleta cromàtica del mosaic de la vil·la del Pont de Treball (Fotografia del mosaic: L. Andino, Servei d'Arqueologia, extreta de: LLOBET, S.; MAILAN, À. "LAV accessos a l'estació de la Sagrera". *Anuari d'arqueologia i patrimoni de Barcelona 2012*". (2012), p. 199. Fotografies de les tesselles: L. Andino). Imatges modificades amb Adobe® Photoshop.

[15] Classificació de les tesselles de Can Cabassa segons la carta *Munsell® Soil Color Charts* (Fotografia: L. Andino).

### CLASSIFICACIÓ I REINTEGRACIÓ

Mitjançant l'ús de la carta *Munsell® Soil Color Charts* s'han pogut identificar els diferents colors del mosaic de Can Cabassa, a partir de tesselles soltes que se'n conserven, arribant a crear la paleta del mosaicista.

Però, quina utilitat pot tenir aquest senzill exercici? En opinió d'un dels directors de l'excavació arqueològica de la vil·la del Pont del Treball, l'arqueòleg Jordi Ardiaca,<sup>42</sup> aquesta informació pot facilitar la comptabilització de tesselles soltes trobades en el jaciment, dades recollides en la memòria arqueològica final i, d'altra banda, facilitar la tria de les tesselles a escollir per a una possible anàlisi litogràfica.

En l'àmbit de la conservació-restauració, l'elaboració d'un mostrari amb els diferents colors presents pot facilitar la classificació de tesselles soltes després del procés de neteja, com a material necessari en una futura reintegració de llacunes. <sup>15</sup>

### RECREACIONS GRÀFIQUES I VIRTUALS

En un moment en què la representació virtual i les eines tecnològiques estan prenent molta importància, quina

aplicació pràctica podria tenir el fet de conèixer el color de les tesselles d'un mosaic? En aquells casos en els quals es conserven pocs fragments i es vol fer una recreació gràfica de com devia ser la decoració original, conèixer el color pot convertir-se en una dada essencial.

Si fos el propi conservador-restaurador qui volgués fer una hipòtesi gràfica de la decoració, l'únic programa que permet introduir valors CIE L\*a\*b\* és Adobe® Photoshop. Tanmateix, tot i ser emprats en diferents estudis,<sup>43</sup> aquest programa no admet la introducció de decimals i obliga a arrodonir la dada a inserir.<sup>44</sup> Cal recordar, però, que el color representat no serà ben bé l'original, sinó un de pròxim. Per obtenir resultats en L\*a\*b\* s'hauria de recórrer a l'ús d'un colorímetre o espectrofotòmetre.

Per realitzar una prova de la possible aplicació en recreacions gràfiques, s'ha pres com a mostra el mosaic de Can Cabassa. Partint de la hipòtesi de decoració proposada per Marina Ramisa<sup>45</sup> en el seu treball final, s'han introduït els valors L\*a\*b\* dels colors corresponents de les tesselles T.1, T.9 i T.11 en la paleta de color d'Adobe® Photoshop, a través de l'eina "selector de color (color frontal)", obtenint-ne el següent resultat: <sup>16</sup>

<sup>42</sup> Comunicació personal [Consulta: 24 abril 2019].

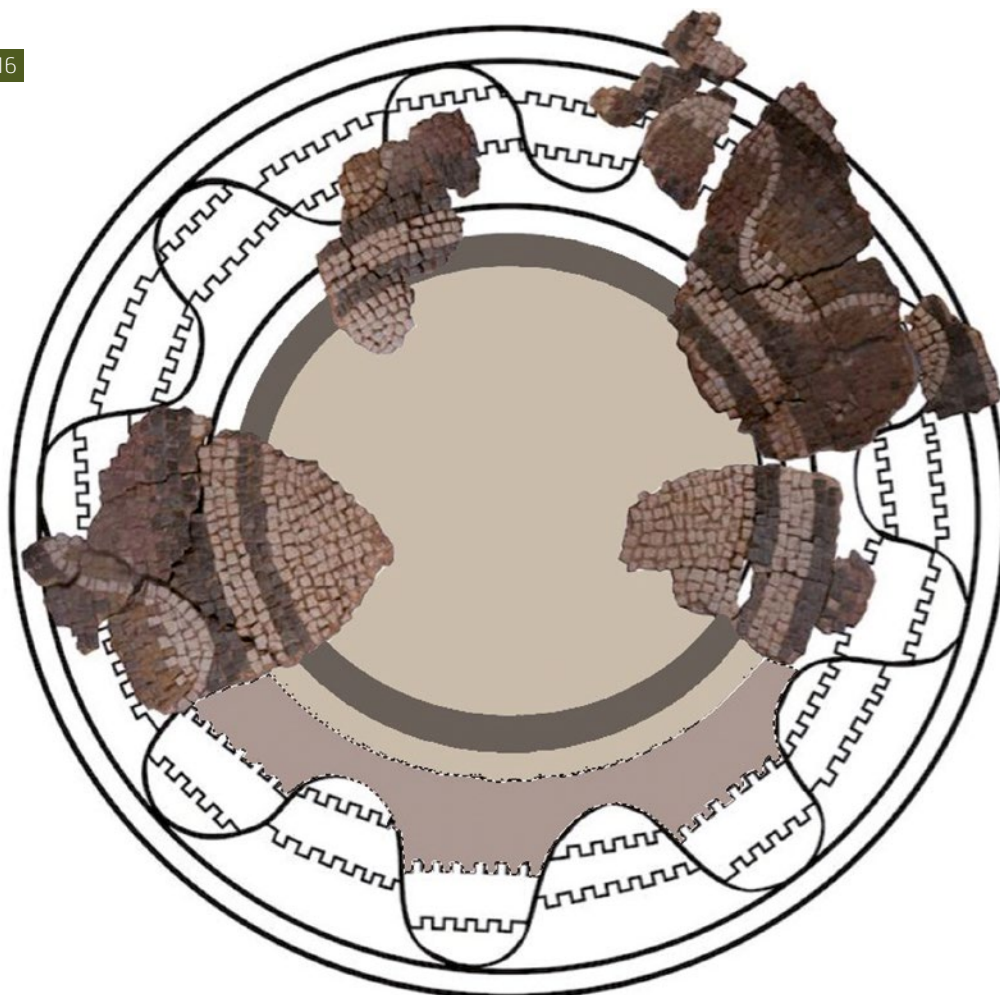
<sup>43</sup> COBA PEÑA, A. C. [et al.]. "Reconstrucción virtual de color...", p. 1-23.

<sup>44</sup> En el cas de la reconstrucció virtual de color sobre la policromia del teginat i guixeries del pati de les Donzelles del Reial Alcàsser de Sevilla, la conservadora-restauradora Ana Cristina Coba i el seu equip van optar per aquesta solució. Comunicació personal amb Ana Cristina Coba [Consulta: 24 abril 2019].

<sup>45</sup> RAMISA, M. *El mosaic romà de Can Cabassa...*, p. 61.

[16] Prova de recreació gràfica d'un motiu del mosaic de Can Cabassa (Gràfic: M. Ramisa). Imatge modificada amb Adobe® Photoshop.

16



<sup>46</sup> CIPRIANI, L.; FANTINI, F.; PALADIN, B. "Dalla texture del colore apparente alla BRDF delle superfici dei mosaici: il caso di studio della pavimentazione del Doumo di Ravenna". A: *Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari. Vol. XI. Atti della Undicesima Conferenza del Colore*. Milano: Gruppo del Colore. Associazione Italiana Colore, 2015, p. 53 (Quaderni di ottica e fotonica; 6). També disponible en línia a: <[http://www.gruppodelcolore.it/Docs/ColoreEcolorimetri-aVOLIXIA\\_ITA\\_REV\\_pro.pdf](http://www.gruppodelcolore.it/Docs/ColoreEcolorimetri-aVOLIXIA_ITA_REV_pro.pdf)> [Consulta: 23 març 2018].

<sup>47</sup> ALBERGHINA, M. F. [et al.]. "Impiego della Principal Component Analysis per l'analisi statistica su dati colorimetrici di tessere musive pavimentali progetto con sorgenti colorate al neon". *Cultura e scienza del colore. Rivista dell'Associazione Italiana Colore*. (2015), núm. 3, p. 4-11. També disponible en línia a: <[http://jcolore.gruppodelcolore.it/numeri/pdf/R0315\\_v11\\_06\\_2015\\_INTERACTIVE\\_SECURED.pdf](http://jcolore.gruppodelcolore.it/numeri/pdf/R0315_v11_06_2015_INTERACTIVE_SECURED.pdf)> [Consulta: 28 novembre 2018].

<sup>48</sup> PRESTILEO, F. [et al.] "Colorimetric investigations for the planned maintenance of the Roman Villa del Casale mosaics in Piazza Armerina (Enna)". A: *10ª Conferenza del Comitato Internazionale per la conservazione dei mosaici. Palermo, 20-26 October 2008*. Palermo: Assessorato dei beni culturali e dell'identità siciliana-Dipartimento dei beniculturali e dell'identità siciliana, 2014, p. 74.

<sup>49</sup> *Ibid.*, p. 73.

Una altra línia d'estudi en l'aplicació de la colorimetria poden ser les recreacions virtuals realitzades amb programes de 3D.<sup>46</sup> A través de realitzar mesuraments de color de determinats punts es poden obtenir dades en  $L^*a^*b/L^*c^*h$  que són confrontades amb aquelles obtingudes mitjançant la fotografia.

#### CONTROL DEL COLOR DURANT LES INTERVENCIIONS DE CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ

Tot i haver participat en el control colorimètric d'un mosaic de Barcelona durant la seva intervenció, no hi ha hagut prou recorregut en el temps per poder-ne fer una valoració.

Tanmateix, i atès que l'aplicació de la colorimetria com a mètode de control en certes intervencions de conservació-restauració de mosaics s'està consolidant com una nova línia de treball, s'ha cregut necessari fer referència a conclusions extretes a partir d'altres estudis.

No sembla tenir massa utilitat en processos de neteja,<sup>47</sup> atès que la remoció de brutícia comporta, amb tota

probabilitat, un canvi evident. Tot i això, aquesta ciència s'ha emprat sovint com a part de la documentació.

D'altra banda, el monitoratge pot ser determinant en processos de dessalatge<sup>48</sup> i consolidació, especialment durant les proves d'elecció del producte a utilitzar, on s'ha d'evitar en el possible la variació de color. En la mateixa direcció, pot ser una eina interessant en la reintegració volumètrica amb morters acolorits.<sup>49</sup>

#### DISCUSSIÓ FINAL

El color és una assignatura pendent en la conservació-restauració de mosaics: des de la seva descripció, en la qual s'ha de fugir de denominacions subjectives i aspirar a caracteritzar-lo amb rigor, fins a la seva aplicació en el procés d'intervenció, convertint-se en una eina de control i de documentació.

Però per on començar un estudi colorimètric aplicat a un mosaic? Una vegada realitzat l'experiment i analitzats els resultats i les conclusions, aquests haurien de ser els plantejaments previs a qualsevol estudi del color:



- Què es vol caracteritzar? El tipus de material, les dimensions de la peça, les característiques de la superfície, l'estat de conservació, etc.
- On està ubicada la peça objecte d'estudi?
- Quin aparell i nivell de rigor es necessita? Quin pressupost econòmic es té?
- Quins valors es volen obtenir? Segons el color original o al color patró?
- Com descriure el color? És necessària la seva denominació verbal? Quin grau d'especificació es necessita?
- Quina aplicació es busca en conservació-restauració?

Una vegada respostes aquestes qüestions, tan sols resta desitjar que en un futur la colorimetria esdevingui una eina més a utilitzar en processos de conservació-restauració de mosaics.

## AGRAÏMENTS

En primer lloc, agrair a la conservadora-restauradora del Servei d'Arqueologia de Barcelona, Montserrat Pugès, qui em va plantejar el tema de la caracterització del color i em va permetre participar en un projecte<sup>50</sup> que va significar el punt de partida d'aquesta aventura.

Donar les gràcies per l'ajuda rebuda en l'elaboració d'aquest treball als següents professors de l'ESCRBCC: Imma Hernández, Lúcia Balust i Àlex Prunés. A la meua tutora, Sílvia Franch, agrair-li que m'animés a anar més enllà de l'assaig científic i investigués sobre les possibles aplicacions pràctiques. Fer un esment molt especial a la professora de biologia Rosa Rocabayera, que ha sigut la meua mentora en aquest tema tan apassionant però complex. Per la seva paciència, pels seus ànims i per la seva fe en aquest treball.

Agrair a l'arqueòleg Jordi Ardiaca l'opinió donada sobre la utilitat de l'estudi. Finalment, a les col·legues conservadores-restauradores donar-vos les gràcies per tot el suport rebut.

## BIBLIOGRAFIA

AJUNTAMENT DE BARCELONA. SERVEI D'ARQUEOLOGIA DE BARCELONA. *Anuari d'Arqueologia i Patrimoni de Barcelona 2017* [En línia]. <<http://ajuntament.barcelona.cat/arqueologiabarcelona/publicacions-comunicacio/anuari-arqueologia/>> [Consulta: 12 gener 2019].

ALBERGHINA, M. F. [et al.]. "Impiego della Principal Component Analysis per l'analisi statistica su dati colorimetrici di tessere musive pavimentali progetto con sorgenti colorate al neon". *Cultura e scienza del colore. Rivista dell'Associazione Italiana Colore*. (2015), núm. 3, p. 4-11. També disponible en línia a: <[http://jcolore.gruppodelcolore.it/numeri/pdf/R0315\\_v11\\_06\\_2015\\_INTERACTIVE\\_SECURED.pdf](http://jcolore.gruppodelcolore.it/numeri/pdf/R0315_v11_06_2015_INTERACTIVE_SECURED.pdf)> [Consulta: 28 novembre 2018].

ALCUBIERRE, D. [et al.]. "Resultats preliminars de la nova intervenció arqueològica a la vil·la del Pont del Treball a Barcelona". *Tribuna d'Arqueologia 2013-2014*, (2016), p. 298 [En línia]. <<http://calaix.gencat.cat/handle/10687/230931#page=1>> [Consulta: 28 febrer 2018].

ALDROVANDI, A.; PICOLLO, E. M. "Misure di colore su modelli pittorici: confronto interstrumentale". A: *Colorimetria e beni culturali. Atti dei convegni di Firenze 1999 e Venezia 2000*. Florència: Società italiana di ottica e fotonica: Centro editoriale toscano, 2000, p. 20-28.

ANDINO, L. *Informe sobre l'estudi colorimètric de tesselles de pedra i ceràmica pel catàleg de mosaics de Barcelona. Desenvolupament i metodologia d'un protocol de treball* (Inèdit). Barcelona: Servei d'Arqueologia de Barcelona, 2016.

ARTIGUES, P. LL. "La vil·la de Can Cabassa en els segles IV al VII". *Arqueologia Medieval* (2010-2011), núm. 6/7, p. 14 [En línia]. <<https://www.raco.cat/index.php/ArqueologiaMedieval/article/view/321675/412325>> [Consulta: 28 febrer 2018].

BOUBAYA, A. F. "Définition des couleurs dans la restauration des mosaïques romaines". A: *Couleurs et temps. La couleur en conservation et restauration. 12es journées d'études de la SFIC, Paris, Institut national du patrimoine, 21-24 juin 2006*. París: SFIC, 2006, p. 169-176.

BOUST, C., EZRATI, JJ. "La mesure de la couleur appliquée à la restauration, à la présentation et à

<sup>50</sup> Estudi encarregat pel Servei d'Arqueologia: ANDINO, L. *Informe sobre l'estudi colorimètric...*

la diffusion des oeuvres d'art". *Techné*. (2007), núm. 26, p. 111-118. També disponible en línia a: <[http://c2rmf.fr/sites/preprod.c2rmf.fr/files/boust-ezrati\\_techne\\_t26\\_13.pdf](http://c2rmf.fr/sites/preprod.c2rmf.fr/files/boust-ezrati_techne_t26_13.pdf)> [Consulta: 28 de desembre de 2018].

CERCATERM. [En línia]. <<https://www.termcat.cat/ca/cercaterm>> [Consulta: 12 gener 2019].

CHRISTIE, R. M. *La química del color*. Saragossa: Editorial Acribia, 2001.

CIPRIANI, L.; FANTINI, F.; PALADIN, B. "Dalla texture del colore apparente alla BRDF delle superfici dei mosaici: il caso di studio della pavimentazione del Doumo di Ravenna". A: *Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari. Vol. XI. Atti della Undicesima Conferenza del Colore*. Milà: Gruppo del Colore. Associazione Italiana Colore, 2015, p. 53 (Quaderni di ottica e fotonica; 6). També disponible en línia a: <[http://www.grupodelcolore.it/Docs/ColoreColorimetriaVOLIXIA\\_ITA\\_REV\\_pro.pdf](http://www.grupodelcolore.it/Docs/ColoreColorimetriaVOLIXIA_ITA_REV_pro.pdf)> [Consulta: 23 març 2018].

COBA PEÑA, A. C. [et al.]. "Reconstrucción virtual de color sobre la policromía del alfarje y yeserías del patio de las Doncellas". *PH* (2016), núm. 7, p. 1-23. Disponible en línia a: <<http://www.iaph.es/phinvestigacion/index.php/phinvestigacion/article/view/4071>> [Consulta: 23 gener 2018].

GRUPPO DEL COLORE. ASSOCIAZIONE ITALIANA COLORE [En línia]. <<https://grupodelcolore.org/le-conferenze/>> [Consulta: 12 gener 2019].

ISPRS. [En línia] <<http://www2.isprs.org/commissions.html>> [Consulta: 10 maig 2019].

LLOBET, S.; MAILAN, À. "LAV accessos a l'estació de la Sagrera". *Anuari d'arqueologia i patrimoni de Barcelona 2012*. (2012), p. 198-204.

MACCHIAROLA, M.; [et al.]. "Conservazione musiva e conoscenza: un binomio imprescindibile. Esempi di interventi in situ e in laboratorio". A: *10ª Conferenza del Comitato Internazionale per la conservazione dei mosaici. Palermo, 20-26 ottobre 2008*. Palermo: Assessorato dei beni culturali e dell'identità siciliana-Dipartimento dei beniculturali e dell'identità siciliana, 2014, p. 162-173.

NCS. [En línia] <<https://ncscolor.com/>> [Consulta: 12 gener 2019].

PALAZZI, S. *Colorimetria. La scienza del colore nell'arte e nella tecnica*. Fiesole (Itàlia): Nardini Editore, 1995 (Arte e restauro).

PRESTILEO, F. [et al.] "Colorimetric investigations for the planned maintenance of the Roman Villa del Casale mosaics in Piazza Armerina (Enna)". A: *10ª Conferenza del Comitato Internazionale per la conservazione dei mosaici. Palermo, 20-26 ottobre 2008*. Palermo: Assessorato dei beni culturali e dell'identità siciliana-Dipartimento dei beniculturali e dell'identità siciliana, 2014, p. 74.

RAMISA, M. *El mosaic romà de Can Cabassa: Procés de restauració d'un paviment trobat en un abocador*. Treball final inèdit. Barcelona: ESCRBBCC, 2016.

SFIIC. *Coleur & Temps* [En línia]. <<https://sfiic.com/index.php/produit/couleurs-temps/>> [Consulta: 12 gener 2019].

X-RITE®. *Capsure™. Manual de uso* [En línia] <[https://www.idecolor.com/uploads/tmp/X-Rite%20CAPSURE%20Device%20Manual\\_es.pdf](https://www.idecolor.com/uploads/tmp/X-Rite%20CAPSURE%20Device%20Manual_es.pdf)> [Consulta: 12 gener 2019].

X-RITE®. *Espectrofotómetro Ci62L+RTL. Guía de uso* [En línia]. <[https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/manuals\\_and\\_userguides/ci62l\\_rtl\\_manual\\_es.pdf](https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/manuals_and_userguides/ci62l_rtl_manual_es.pdf)> [Consulta: 12 gener 2019].