

VELADURAS HISTÓRICAS CON  
PIGMENTOS LACA.

APROXIMACIÓN  
TEÓRICO-PRÁCTICA  
Y CARACTERIZACIÓN  
EN DIVERSAS BANDAS  
DEL ESPECTRO

Directores TFM:  
Maria Antonia Zalbidea Muñoz  
Miquel Àngel Herrero Cortell

Aránzazu Llácer Peiró  
2021



FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



MÁSTER EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES  
CULTURALES  
Universidad Politécnica de Valencia

Veladuras históricas con pigmentos laca.  
Aproximación teórico-práctica  
y caracterización en  
diversas bandas del espectro

Historical glazes with lake pigments.  
theoretical-practical approach and cha-  
racterisation in  
different spectrum bands

Veladures històriques amb pigments laca.  
aproximació teòrico-pràctica  
i caracterització en  
diverses bandes de l'espectre



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Directores TFM:  
Maria Antonia Zalbidea Muñoz  
Miquel Àngel Herrero Cortell

Aránzazu Llácer Peiró  
2021

## TÍTULO

VELADURAS HISTÓRICAS CON PIGMENTOS LACA: APROXIMACIÓN TEÓRICO-PRÁCTICA Y CARACTERIZACIÓN EN DIVERSAS BANDAS DEL ESPECTRO

## RESUMEN

El presente trabajo Final de Máster gira en torno al estudio de la documentación existente sobre veladuras históricas realizadas a base de pigmentos laca, que posteriormente serán estudiadas a través de imágenes de técnicas *multiband*. Se trata de una fusión de técnicas no invasivas que operan en el espectro visible y no visible (UV-IR cercano) mediante las cuales se puede documentar la presencia de ciertos materiales y/o procedimientos. Las imágenes *multiband* complementan a otras técnicas de análisis, aportando información sobre aspectos conservativos de las obras de arte como pueden ser la identificación de patologías, barnices o repintes; aspectos compositivos que arrojan información sobre dibujos subyacentes, arrepentimientos y *ductus* del artista; y aspectos materiales, como la identificación de determinados pigmentos y lacas.

El objetivo fundamental del presente trabajo versa sobre la documentación y caracterización de las veladuras mediante técnicas *multiband*. Se ha considerado que este protocolo podría ser de utilidad para la identificación preliminar, estudio y documentación de veladuras. Concretamente, el presente trabajo, se centra en superposiciones pictóricas con lacas y colorantes, sobre bases cromáticas elaboradas con diversos pigmentos tierra (ocre, siena natural, sombra natural, sombra tostada, rojo férrico y tierra verde), blanco de plomo, negro carbón, azurita y bermellón. Se trata en todos los casos de secuencias de veladuras sobre grisallas cromáticas documentadas en la pintura entre los siglos XV y XVII.

Para ello se han reproducido veladuras de 19 colorantes y lacas sobre 9 patrones de escalas de color, utilizando tablillas de 35 x 35 cm preparadas con una creta de sulfato-carbonato cálcico y cola animal. Algunos de estos materiales han sido suministrados por Kremer Pigmente y C.T.S, mientras que otros se han elaborado siguiendo recetas históricas para su fabricación. Los pigmentos, colorantes y lacas han sido procesados de manera tradicional, molidos y aglutinados con aceite de linaza (al que se le ha añadido una proporción de resina de almáciga para la elaboración de las veladuras). Posteriormente las 19 tablillas han sido fotografiadas en el espectro visible (VIS), infrarrojo (IR, IRFC), y visible mediante excitación ultravioleta (UVF).

De este modo se ha podido documentar el diferente comportamiento de las veladuras en puntos diversos del espectro electromagnético, evidenciando cambios en función de la fuente de luz/radiación y de su naturaleza físico-química.

## PALABRAS CLAVE

VELADURA, ANÁLISIS *MULTIBAND*, MICROSCOPIA SUPERFICIAL, PIGMENTOS, PIGMENTOS LACA

## **TITLE**

HISTORICAL GLAZES WITH LAKE PIGMENTS: THEORETICAL-PRACTICAL APPROACH AND CHARACTERISATION IN DIFFERENT SPECTRUM BANDS

## **ABSTRACT**

This Master's thesis focuses on the study of the existing documentation on historical glazes made with lake pigments, which will subsequently be studied through *multiband* imaging techniques. This is a fusion of non-invasive techniques operating in the visible and non-visible spectrum (near UV-IR) by means of which the presence of certain materials and/or procedures can be documented. *Multiband* imaging complements other analytical techniques by providing information on conservation aspects of the artwork, such as the identification of pathologies, varnishes or repainting. It also provides compositional facts, providing also information on underdrawings, artist's regrets (*pentimenti*) and *ductus*; as well as material aspects, which can lead the identification of certain pigments and lakes.

The main objective of the present work is the documentation and characterisation of the glazes using *multiband* techniques. It has been considered that this protocol could be useful for the preliminary identification, study and documentation of glazes. Specifically, this work focuses on pictorial superimpositions with lakes and dyes, on chromatic bases made with various earth pigments (ochre, natural sienna, natural shade, burnt umber, iron red and green earth), lead white, carbon black, azurite and vermilion. In all cases, these are sequences of glazes over chromatic grisaille tones documented in painting between the 15th and 17th centuries.

For this purpose, glazes of 19 dyes and lakes have been reproduced on 9 colour scale patterns, using 35 x 35 cm slabs prepared with a calcium sulphate-carbonate chalk and animal glue. Some of these materials have been supplied by Kremer Pigmente and C.T.S., while others have been produced following historical recipes for their manufacture. The pigments, dyes and lacquers were processed in the traditional way, ground and bound with linseed oil (to which a proportion of mastic resin was added for the production of the glazes). Subsequently, the 19 tablets were photographed in the visible spectrum (VIS), infrared (IR, IRFC), and visible by means of ultraviolet excitation (UVF ultraviolet fluorescence).

In this way, it has been possible to document the different behaviour of the glazes at different points of the electromagnetic spectrum, showing changes depending on the source of light/radiation and its physico-chemical nature.

## **KEY WORDS**

GLAZES, *MULTIBAND* IMAGING, SURFACE MICROSCOPY, PIGMENTS, LAKES, DYES.

## TÍTOL

VELADURES HISTÒRIQUES AMB PIGMENTS LACA: APROXIMACIÓ TEORICO-PRÀCTICA I CARACTERITZACIÓ EN DIVERSES BANDES DE L'ESPECTRE

## RESUM

El present treball Final de Màster gira entorn de l'estudi de la documentació existent sobre veladures històriques realitzades a base de pigments laca, que posteriorment seran estudiades a través d'imatges de tècniques *multiband*. Es tracta d'una fusió de tècniques no invasives que operen en l'espectre visible i no visible (UV-IR pròxim) mitjançant les quals es pot documentar la presència d'uns certs materials i/o procediments. Les imatges *multiband* complementen a altres tècniques d'anàlisi, aportant informació sobre aspectes conservatius de les obres d'art com poden ser la identificació de patologies, vernissos o repintades; aspectes compositius que llancen informació sobre dibuixos subjacents, penediments i *ductus* de l'artista; i aspectes materials, com la identificació de determinats pigments i laques.

L'objectiu fonamental del present treball versa sobre la documentació i caracterització de les veladures mitjançant tècniques *multiband*. S'ha considerat que aquest protocol podria ser d'utilitat per a la identificació preliminar, estudi i documentació de veladures. Concretament, el present treball, se centra en superposicions pictòriques amb laques i colorants, sobre bases cromàtiques elaborades amb diversos pigments terra (ocre, siena natural, ombra natural, ombra torrada, roig fèrric i terra verda), blanc de plom, negre carbó, atzurita i vermelló. Es tracta en tots els casos de seqüències de veladures sobre grisalles cromàtiques documentades en la pintura entre els segles XV i XVII.

Per a això s'han reproduït veladures de 19 colorants i laques sobre 9 patrons d'escalles de color, utilitzant tables de 35 x 35 cm preparades amb una creta de sulfat-carbonat càlcic i cola animal. Alguns d'aquests materials han sigut subministrats per Kremer Pigmente i C.T.S, mentre que uns altres s'han elaborat seguint receptes històriques per a la seua fabricació. Els pigments, colorants i laques han sigut processats de manera tradicional, mòlts i aglutinats amb oli de llinosa (al qual se li ha afegit una proporció de resina màstic per a l'elaboració de les veladures). Posteriorment les 19 tables han sigut fotografiades en l'espectre visible (VIS), infraroig (IR, IRFC), i visible mitjançant excitació ultraviolada (UVF).

D'aquesta manera s'ha pogut documentar el diferent comportament de les veladures en punts diversos de l'espectre electromagnètic, evidenciant canvis en funció de la font de llum/radiació i de la seua naturalesa físic-química.

## PARAULES CLAU

VELADURA, ANÀLISI *MULTIBAND*, MICROSCÒPIA SUPERFICIAL, PIGMENTS, PIGMENTS LACA, TINTS

## ÍNDICE

	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN / JUSTIFICACIÓN .....	7
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN .....	8
2.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL / ACLARACIÓN SEMÁNTICA, TERMINOLÓGICA .....	8
2.2. ANTECEDENTES .....	10
3. OBJETIVOS .....	11
4. METODOLOGÍA .....	12
5. INSTRUMENTACIÓN Y MATERIALES .....	13
5.1. INSTRUMENTACIÓN .....	13
5.1.1. MICROSCOPIA ÓPTICA SUPERFICIAL .....	13
5.1.2. MULTIBAND .....	13
5.2. MATERIALES .....	15
5.2.1. PIGMENTOS BASALES .....	15
5.2.2. BARNIZ EMPLEADO. USO DE LA RESINA MASTIC PARA ELABORAR EL BARNIZ PARA LAS VELADURAS .....	16
5.2.3. PIGMENTOS LACA .....	19
6. APLICACIÓN DE LOS PIGMENTOS BASALES Y LOS PIGMENTOS LACA COMO VELADURA. OBSERVACIONES .....	22
6.1. PIGMENTOS BASALES .....	22
6.2. PIGMENTOS LACA. VELADURAS .....	31
7. RESULTADOS DE MULTIBAND: COMPORTAMIENTO ESPECTRAL DE LAS VELADURAS EN EL DIFERENTES BANDAS DEL ESPECTRO .....	45
8. CONCLUSIONES .....	66
9. BIBLIOGRAFÍA .....	68
10. ÍNDICE DE IMÁGENES .....	72
11. ANEXOS .....	75
ANEXO I. FICHAS TÉCNICAS DE LOS PIGMENTOS Y COLORANTES .....	76
ANEXO II. MICROSCOPIA DE PIGMENTOS Y LACAS .....	103
ANEXO III. PROCESO DE ADICIÓN DE BLANCO DE PLOMO EN LOS PIGMENTOS BASALES .....	133
ANEXO IV. MEZCLAS DE PIGMENTOS LACA Y BARNIZ EMPLEADOS .....	137
ANEXO V. CARACTERIZACIÓN ESPECTROSCÓPICA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS .....	139

AGRADECIMIENTOS

## 1. INTRODUCCIÓN - JUSTIFICACIÓN

Cesare Brandi en su Teoría de la restauración (1963), pone de manifiesto el poco interés que ha suscitado el estudio de las veladuras, exponiendo que, en multitud de ocasiones, en los procesos de limpieza de las obras de arte, con el ansioso afán de retirar los barnices envejecidos, se ha ignorado u obviado la presencia de veladuras y como consecuencia de ello se ha eliminado una parte esencial de la obra. La pátina, interpretada y confundida en ocasiones como capa de suciedad, ha sido sistemáticamente eliminada. Con su remoción, se han perdido también las veladuras, usadas precisamente en la construcción de matices y juegos de luz y sombras (Brandi 1995, p. 89-90).

El presente trabajo pretende abrir una vía hacia la posibilidad de estudiar mediante técnicas de análisis no invasivas, la presencia de veladuras. Particularmente, se ha considerado que las técnicas de imagen pueden aportar una información relevante sobre la presencia de veladuras, aunque en la mayoría de las ocasiones sea preceptivo o, al menos recomendable, utilizar además técnicas cuantitativas y/o cualitativas.

Una de las singularidades del presente trabajo es precisamente el empleo de materiales y procedimientos que, por su naturaleza no es habitual reconocer en obras de arte. El envejecimiento natural de los barnices y *mediums* camufla a menudo la existencia de veladuras que, con frecuencia, constituyen sutiles capas de color; matices apenas perceptibles a simple vista. Además, la habitual presencia de barniz en estos estratos translucidos favorece la alteración cromática de materiales que, ya de por sí, suelen poseer escasa estabilidad cromática. Esto hace que, por una parte, sean difíciles de identificar (y, en consecuencia, susceptibles de ser eliminados) y, por otra que puedan ser observados con su aspecto original. En ese sentido, el presente trabajo apuesta por una metodología de reconstrucción técnica que permite una regresión a un cierto “punto cero” de la pintura. La experimentación con lacas, colorantes y pigmentos históricos posibilita la observación de ciertos acabados pictóricos que, pese a ser muy comunes en la pintura histórica no siempre son, como anticipábamos, fácilmente perceptibles. Este componente de reconstrucción material-procedimental, entraña la exploración de procedimientos arcanos en el manejo de los pigmentos, desde la consecución de lacas a partir de materias orgánicas, hasta procesos como la molienda, levigación, aglutinado, etc., ya en desuso, pero que pueden rastrearse y recuperarse a partir de las fuentes históricas. De hecho, la praxis de la pintura con veladuras constituye un conocimiento casi extinto que, no obstante, ha formado parte del proceso de ejecución pictórico de tantas obras, especialmente entre los siglos XV y XVIII. Constituye, en fin, una vía alternativa de aproximación al estudio integral de las pinturas a través de una práctica empírica que se erige como solución a la compleja metodología que requiere el enfoque que caracteriza al presente trabajo.

El estudio de las veladuras también ha sido abordado desde el punto de vista científico-técnico, aplicando las mencionadas técnicas *multiband*. A través de estas técnicas se establece un vínculo entre los métodos tradicionales de elaboración de determinados pigmentos y lacas para la aplicación de las veladuras, y el empleo de técnicas de imagen que pueden ayudar a reconocer la presencia de éstas. Las distintas imágenes que conforman la técnica *multiband* proporcionan información importante analizadas de forma independiente, sin embargo, a través de la confrontación de los resultados que aporta la interpretación de ellas de forma conjunta, se pueden extraer conclusiones preliminares acerca de la presencia (o no) de veladuras, así como la naturaleza de las mismas. Las fotografías en espectro visible (VIS) aportan información sobre el cromatismo y tonalidad de la pintura o el estado superficial de la obra. Las imágenes obtenidas mediante la fotografía infrarroja (IR) indican la presencia de dibujos subyacentes, el comportamiento de los pigmentos frente al IR en función de su respuesta transparente, reflectante o absorbente; o la presencia de modificaciones o arrepentimientos en la pintura. En cuanto a la respuesta visible a través de la excitación ultravioleta (UVF) es posible detectar retoques y repintes posteriores a la ejecución de la obra, así como la presencia de barnices y la identificación de determinados pigmentos que emiten fluorescencia en presencia de esta técnica. Por último, el infrarrojo de falso color (IRFC), es una imagen post-producida mediante la mezcla de la fotografía infrarroja y la visible y que ayuda en la identificación de pigmentos en función de las respuestas que la aporta. Este diagrama de flujo que se apoya en la obtención de imágenes en las 3 bandas del espectro es el método en el que se ha sustentado este trabajo para el estudio de las veladuras.

## 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

### 2.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL, ACLARACIÓN SEMÁNTICA, TERMINOLÓGICA

Poco se ha escrito e investigado acerca de las veladuras en la historia del arte. Ya en su definición, el concepto veladura ha sido interpretado de formas muy distintas. De hecho, la expresión “veladura” y el significado al que va asociado es reciente, por lo que en los tratados antiguos no se encuentra este término propiamente dicho (Gollini Giulia 2020, p. 14). Encontramos ya, alusiones al acto de velar en tratados y recetarios antiguos, que si bien, no utilizan este término, sí que hacen pensar, que desde el siglo XV se conocía y era habitual ejecutar las obras aplicando capas translúcidas de color sobre otro más opaco, con el fin de alterar, matizar, cambiar o acentuar el color subyacente. En la Edad Media, el monje Teófilo en su tratado *Diversarum artium schedula*, hace referencia a la veladura, sin incluir el término, pero haciendo alusión a las pinturas “translúcidas”<sup>1</sup> (Theophilus 1847 [s. XII], p. 34). Posteriormente Leonardo Da Vinci, en su *Tratado de la Pintura* (De Vinci y Alberti 1784 [1436], p. 55) mencionaba el acto de velar<sup>2</sup>. Pero es Giovanni Battista Armenini (1587) el primer autor que hace uso del término velar en su libro *De veri precetti della pittura*<sup>3</sup> (Armenini 1820, p. 181). Ulteriormente, Baldinucci definía el término en su *Vocabolario toscano dell' arte del disegno*<sup>4</sup> (Baldinucci 1681, p. 174). En 1797, Francesco Milizia, en el *Dizionario delle Belle Arti del disegno* añade a la descripción de veladura muchos detalles y recetas que ponen de manifiesto el sobrado uso que de ella se hace en la elaboración de las obras<sup>5</sup> (Milizia 1797, p. 277-278). Más tarde, Cesare Brandi en 1963, describe que la veladura es una de las etapas finales en la elaboración de un cuadro, tratándose de “... un velo de color que sirve para amainar o cambiar tanto un tono local, como una tonalidad general” (Brandi 1995, p. 91). Según Doerner (2001, p 182), la veladura debe aplicarse sobre una capa de color más clara que es, más opaca, debido a la naturaleza transparente de la veladura. Aconseja elaborarlas con barnices resinosos ya que, si se elaboran únicamente con aceite, el resultado final puede ser demasiado graso.

Las veladuras generalmente se han aplicado mezclando barniz con los pigmentos, sin embargo, esta técnica puede no haber sido ejecutada de forma absoluta por los pintores, pudiendo haber mezclado pigmentos con aceite en ocasiones y pigmento con barniz en otras (Merrifield 1849, p. 275). Ante estas definiciones acerca del acto de velar, se entiende que las veladuras, de facto se han utilizado a lo largo de toda la historia del arte. De hecho, habría que considerar que siempre han estado presentes en lugar de considerarlas como una

1. “*Fit etiam pictura in ligno que dicitur translucida et apud quosdam vocatur aureola, quam hoc modo compones. Tolle petulam stagni non linitam glutine nec coloratam croco, sed ita simplicem et diligenter politam, et inde cooperies locum quem ita pingere volueris. Deinde tere colores imponendos diligentissime oleo lini, ac valde tenues trahere eos cum pincello sicque permittit siccare*”. (N de T): “Existe también una pintura sobre tabla que dicen translúcida, y algunos llaman aureola, que compondrás de este modo. Coge una lámina de estaño no manchada con cola ni coloreada con azafrán, sino simple y cuidadosamente limpia, y de ella cubrirás el lugar que así quisieras pintar. Después muele los colores diluyéndolos muy escrupulosamente con aceite de lino, y aplícalos muy tenues con el pincel, y así déjalos secar.”

2. “Quando un color transparente se pone sobre otro diverso, resulta un color mixto, distinto del uno y del otro que le componen; como se ve en el humo que sale de una chimenea, que al principio que su color se mezcla con el negro de la misma chimenea, parece como azul; y quando se eleva y se mezcla con lo azulado del ayre, aparece con visos rojos”.

3. “(...) si vela che si coprano le cose, le quali son già condotte bene al segno e specialmente le carni; il che si scuopre con modi delicatissimi e vivaci, migliorando di unione e di tinte tutte le parti e con quella destrezza e giudizio che si può usar maggiore da un diligente ed accurato artefice; di maniera che senza stento mostrino le proprie carni con i loro lividi e rossetti che sono nel vivo, dolci, morbidi ed uniti, e così il rimanente che sia piumoso e corrispondente a quelle”. (N de T): “(...) se velan las cosas que estaban bien hechas y especialmente las carnaciones, que se cubren con tonos delicadísimos y vivaces, mejorando en unión y tintas todas las partes con esa destreza y juicio que posee un diligente y esmerado artífice, de suerte que muestren sin dificultad, igual que el natural, la propia carne, con sus tonos lívidos y rosados, dulces, suaves y unidos, y que el resto sea ligero y corresponda bien con aquella”.

4. “*Velare. Coprir con velo. Lat. Velare. Appreff i nostri Artefici, velare val tignere con poco colore e molta tempera (o come volgarmente si dice acquidofa o lungo) il colorito in vna tela o tauola, in modo che questo non si perda di veduta, ma rimanga al quanto mortificato, e piacevolmente ofcurato, quasi che aueffe sopra di sé vn sottilissimo velo*”. (N de T): “Velar. Cubrir con velo. Entre nuestros artífices, velar vale como teñir con poco color y mucho temple (o como vulgarmente se dice acuoso o largo) el colorido de una tela o tabla, de modo que éste no se pierda de vista, pero quede algo mortificada y agradablemente oscurecida, casi como si tuviese por encima un velo.”

5. “*Velatura è uno strato di color leggiero che si applica specialmente alla pittura ad olio per velare e far trasparire la tinta che vi è sotto. Alcuni pittori velano al primo colpo, così praticò Rubens e la sua scuola. In questo modo le velature impiegate sopra un fondo ben asciutto, sono durevoli, leggiere, e spingon la tinta. Altri ad esempio dell' antica scuola Veneziana danno sul primo strato la velatura con tinte diverse per accordar l'opera, e rimediare ai difetti scappati nel primo strato. Questo metodo è funesto al quadro, perchè la velatura impedisce l'evaporazione degli oli del primo strato ancor fresco, e vi si fa una crosta d'un giallo nero*” (N de T): “Veladura. Es un estrato de color ligero, que se aplica especialmente en la pintura al óleo, para velar y hacer transparentar la tinta que está debajo. Algunos pintores velan por toques; así lo practicó Rubens y su escuela. De este modo, las veladuras, empleadas por encima con fondos bien secos, son duraderas, ligeras y apagan la tinta. Otros, por ejemplo, de la antigua escuela veneciana, dan la veladura sobre el primer estrato con tintas diferentes para armonizar la obra, y remediar los defectos escapados en el primer estadio. Este método es funesto para el cuadro, porque la veladura impide la evaporación de los aceites del primer estrato aún fresco, y se produce una costra de un amarillo renegrido”.



técnica excepcional, aplicándose ocasionalmente. En ámbito inglés encontramos dos términos asociados a este concepto: *glazing* y *scumbling*. *Glazing* define aquella veladura oscura aplicada sobre un fondo claro, mientras que *scumbling* es la veladura clara aplicada sobre un fondo o base oscura (Eastlake 1847, p. 262-264).

Para ubicar cronológicamente el uso de las veladuras, es necesario realizar una breve descripción sobre del desarrollo de las técnicas pictóricas a partir del temple. De esta forma se puede entender con más claridad el porqué de la aplicación de las veladuras a partir del siglo XV.

La ténpera fue el medio dominante durante toda la Edad Media. Los aglutinantes empleados (ya sea de origen animal; huevo, gelatina, queso, o vegetal; goma arábiga, goma de cerezo y fécula) eran difíciles de manipular, limitando de forma importante su utilización (Maroguer 1979, p. 23). Se determinan tres formas de empleo de la pintura al temple, que se ubican en tres periodos diferentes:

1- Superposición sucesiva de color. Desarrollada en el siglo XIII. La técnica consistía en aplicar una capa de color tras haber delimitado los contornos de las figuras. Posteriormente, se realizaban los detalles y relieves con pinceladas lineales (Maltese Corrado 1980, p. 299). Este hecho se aprecia en Teófilo que describe en la forma de aplicar y preparar los colores para la reproducción del color carne<sup>6</sup> (Theophilus 1847 [s. XII], p. 4).

2- Yuxtaposiciones graduadas de color. Técnica empleada durante el siglo XIV, mediante la cual, ya se aplican distintos colores y sus gradaciones fusionándolos entre ellos, y aplicándolos sobre el dibujo preparatorio que en muchas ocasiones ya tenían las luces y las sombras preparadas. Pone de manifiesto el interés por crear volumen en las figuras, a través de las luces y los relieves de las formas (Maltese Corrado 1980, p. 300). Cennino Cennini describe en el *Libro del Arte* (s. XIV), como realizar el dibujo preliminar para captar toda la luz, así como la forma de preparar los colores<sup>7</sup> (Cennini 1988, p. 125).

3- Uso de veladuras. Que se comienzan a desarrollar en la segunda parte del *Quattrocento*, mediante la cual, la aplicación de una capa translúcida coloreada modifica el color subyacente, otorgando a la obra mayor profundidad y gran variedad de matices.

Si bien el uso de las veladuras se desarrolló ampliamente con la pintura al óleo, también fue empleada en la técnica al temple. A partir de la segunda mitad del siglo XV, el uso de la técnica de la pintura al óleo va extendiéndose, a pesar de que venía usándose desde tiempos de Teófilo. Es *Manuscrito de Estrasburgo* escrito en el siglo XV, el que ratifica este hecho a través de su descripción de la pintura al óleo reseñando que el aglutinante empleado ya no oscurece y que acelera el proceso de secado (Cárceles Pascual 2000, p. 8). Fue Laurie quien difundió gracias a su traducción, dicho manuscrito, divulgando así el procedimiento antiguo de la elaboración de la pintura al óleo<sup>8</sup> (Laurie A.P. 1926, p. 32).

La técnica al óleo se comenzó a desarrollar de manera masiva en el norte de Europa, siendo los flamencos, en concreto van Eyck, quienes refinaron esta técnica que más tarde fue extendiéndose al resto de Europa (Zalbidea 2014, p.71). El uso de los aceites secantes permitía controlar la velocidad de secado de la pintura, por lo que facilitaba la posibilidad de trabajar con los tonos, los gradientes de color o jugar con la combinación de éstos, dependiendo de la rapidez o lentitud en el secado de las pinturas (Gollini 2020, p. 10).

6. “*Cum vero membrinam miscueris inde facies et nuda corpora impleveris, admisce ei prasinum et rubeum, qui comburitur ex ogra, et modicum cenobrii, et confice post, ex quo designabis supercilia et oculos, nares, et os, mentum, et fossulas circa nares, et tempora, rugas in fronte et collo, et rotunditatem faciei, barbas juvenum et articulos manuum et pedum, et omnia membra, que distinguuntur in nudo corpore*”. (N de T): “Cuando hayas mezclado el pigmento del color de la carne y hayas depositado con él los rostros y los cuerpos desnudos, mezcla con él *prasinus* (se trata de una preparación a base de verde tierra), el rojo que se quema del ocre y un poco de cinabrio, y así haz el pigmento de sombra. Con esto debes delinear las cejas y los ojos, las fosas nasales y la boca, el mentón, los huecos alrededor de las fosas nasales, las sienas, las arrugas de la frente y el cuello, la redondez del rostro, las barbas de los jóvenes, los dedos y dedos de los pies, y todas las extremidades distintivas del cuerpo desnudo”

7. “(...) con el primer color, más oscuro, perfila los contornos y los pliegues más oscuros. A continuación, toma el color intermedio y rodea los pliegues oscuros y rellena los espacios entre ellos, de modo que adquieran relieve. Por último, pasa el tercer color por las partes más luminosas de los pliegues, para que adquieran aún más relieve.”

8. “(...) and with (this) oil all colours are to be ground and tempered. All colours should be ground stiffly, and then tempered to a half liquid state, which should be neither too thick nor too thin”. (N de T): “Y este aceite se seca muy rápido y hace que todos los colores sean maravillosamente claros y brillantes, además. No todos los pintores lo conocen; por su excelencia se llama *oleum preciosum*, ya que media onza bien vale un chelín; y con (este) aceite se muelen y templan todos los colores. Todos los colores deben triturarse rígidamente y luego templarse a un estado medio líquido, que no debe ser ni demasiado espeso ni demasiado delgado.”

Recordemos que Merrifield (1849, p. 280) describe que las escuelas boloñesas, venecianas y parmesanas afirman que los colores sólidos se aglutinan únicamente con aceite mientras que las veladuras se aplican aglutinándolos con barniz.

Las veladuras, al ser capas muy finas y traslucidas, suelen ser, por ende, muy frágiles y delicadas, eliminándose con frecuencia al ser confundidas con repintes o estratos deteriorados. A la hora de identificar los materiales presentes en una obra, es de suma importancia reconocer la presencia de posibles veladuras que la conforman, ya que en los procesos de restauración pueden eliminarse con los métodos de limpieza, alterando el cromatismo de la obra. Es difícil identificar a simple vista una veladura por lo que es necesario recurrir a técnicas de diagnóstico no invasivas que combinadas entre ellas pueden aportar más información acerca de la presencia de veladuras. Este trabajo pretende profundizar en este aspecto, realizando una caracterización de diferentes veladuras que puede aportar datos objetivos para la identificación de veladuras a través de técnicas de imagen *multiband*.

## 2.2 ANTECEDENTES

Gollini (2020), en su tesis doctoral *Potenzialità della tecnica di imaging iperspettrale per lo studio di pitture a olio in presenza di velature*, estudia el comportamiento de las veladuras históricas en base a la respuesta que dan frente a las técnicas de imagen *multiband*. De hecho, la tesis se basa sobre un estudio precedente (Herrero-Cortell et al. 2020) en el que se estudiaron las capas de óleo de diferentes tonalidades atendiendo a la paleta empleada entre los siglos XV y XVIII a través de la confección de probetas. Sobre estos tonos basales se aplicaron a su vez veladuras de distinta naturaleza. El objetivo no era otro que interpretar y estandarizar dichas veladuras mediante técnicas de imagen *multiband*. La tesis de Gollini dio continuidad al estudio iniciado por Herrero-Cortell, ampliando el análisis con otras técnicas como la espectroscopia de imágenes.

Siguiendo en la línea de este estudio, el presente trabajo pretende profundizar en la caracterización de pigmentos<sup>9</sup> y veladuras mediante técnicas de imagen *multiband* analizando el comportamiento de cada una de ellas frente a diferentes bandas del espectro.

Las técnicas de imagen *multiband* se utilizan para el examen y análisis de obras de arte desde el punto de vista no invasivo y las diversas técnicas que lo integran (imágenes (UVR, UVF, VIS, IR, IRT, IRF, IRFC) que ya de por sí tienen su valor independiente, juntas aportan más información, además de ser un sistema práctico, de bajo coste y rápido. El empleo de imágenes en diferentes bandas del espectro enfocado a la identificación de pigmentos, sin embargo, ha comportado escasa bibliografía (Cosentino 2014, p. 1).

---

9. Se incluye en el Anexo V una caracterización espectroscópica de los pigmentos basales realizada de manera aislada pero no de la aplicación conjunta de las veladuras. Dicha caracterización ha sido realizada por el CNR de Italia.

### 3. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es acometer una investigación multidisciplinar sobre la naturaleza y caracterización de las principales veladuras históricas de origen orgánico (pigmentos laca y colorantes), utilizadas en la pintura de los siglos XV a XVIII. Habida cuenta de la complejidad de dicho objetivo principal, se plantean, para su consecución los siguientes objetivos específicos:

- I. Estudiar las fuentes históricas (manuales y tratados) para extraer información acerca de los procedimientos pictóricos que entrañan el uso de veladuras históricas. Se atenderá especialmente a la consecución de lacas y barnices coloreados que puedan constituir veladuras.**
- II. Observar en obras reales qué tipo de veladuras se utilizan y sobre qué colores, para entender su utilidad práctica y comportamiento cromático en el desarrollo de la pintura.**
- III. Reconstruir experimentalmente lacas históricas y barnices coloreados, susceptibles de ser aplicados en forma de veladura, siguiendo preceptos técnicos extraídos de la literatura artística y científica.**
- IV. Producir una serie de probetas mediante el uso de pigmentos históricos en degradaciones y grisallas que funcionen como estrato basal para la aplicación de veladuras.**
- V. Observar y describir visual y sensorialmente el comportamiento de los pigmentos basales, las veladuras, y su interacción, reconstruidos sobre las antedichas probetas.**
- VI. Caracterizar las veladuras a través de técnicas analíticas de imagen en diversas bandas del espectro, mediante *multiband imaging* y microscopía superficial.**
- VII. Crear un protocolo de estudio que sirva de modelo para abrir futuras vías de investigación en el estudio de veladuras.**

## 4. METODOLOGÍA

Habida cuenta de la transversalidad de los objetivos planteados, se requiere una metodología de diversa naturaleza. Más que de un único tipo de metodología, se debería abordar desde tres prismas diferentes y complementarios. En primer lugar, considerando la escasez de referencias en la literatura sobre las veladuras, se precisa un primer bloque teórico dedicado a la investigación documental que utilizaremos como punto de partida. En respuesta a este presupuesto de partida, un segundo bloque, de tipo práctico, se centra en la investigación experimental con materiales y procedimientos pictóricos, actualmente en desuso. Este bloque resulta fundamental, en tanto las veladuras, como procedimiento práctico, constituyen una técnica completamente en desuso, y su observación y caracterización en pinturas históricas está determinada por su conservación, por lo general, deficiente, dada la naturaleza inestable de la mayoría de los materiales que la componen. El tercer bloque contempla el uso de diversas técnicas de *imaging* (análisis a través de fotografía técnica) para la documentación y caracterización de las veladuras. Para ello se prevé registrar el comportamiento de dichos estratos tanto en el rango visible (con fotografía y microfotografía), como en los rangos no visibles del espectro electromagnético (IR y UV). Esta triple metodología constituye una solución efectiva para abordar el estudio de un procedimiento del que existe poca investigación precedente. Por ello, se ha considerado que la implementación de los antedichos bloques metodológicos permite dar respuesta a los objetivos anteriormente enunciados. A continuación, se describe pormenorizadamente el contenido de cada bloque.

### I. BLOQUE TEÓRICO

Investigación documental:

- A través del análisis y procesado de las fuentes primarias y secundarias específicas en bibliotecas físicas y virtuales, extrayendo información específica acerca la existencia de las veladuras.
- Desde la interpretación de estas fuentes, y con la información obtenida, se ha creado un recetario a partir del cual se han generado las probetas objeto de estudio.

### I. BLOQUE PRÁCTICO

Investigación experimental:

- Mediante la elaboración y obtención de pigmentos y colorantes que han sido empleados para la reproducción de las probetas.
- Mediante la experimentación con la adición de resinas al aceite para la elaboración de las veladuras.
- Mediante la ejecución de las veladuras sobre las diferentes probetas.

### I. BLOQUE TÉCNICO-ANALÍTICO

Investigación científico técnica:

- A través de técnicas de identificación y caracterización de los materiales mediante técnicas de análisis no invasivas: microscopía digital y *multiband*.
- A través de la interpretación de los resultados obtenidos.

## 5. INSTRUMENTACIÓN Y MATERIALES

### 5.1. INSTRUMENTACIÓN

Los dispositivos utilizados para el análisis y la observación de los pigmentos y las veladuras han consistido en el uso de la microscopía óptica superficial y de la técnica de análisis *multiband*.

#### 5.1.1. MICROSCOPIA ÓPTICA SUPERFICIAL

Se ha empleado el microscopio digital *Dino-Lite Digital Microscope Polarizado*, para constatar e interpretar las características técnicas tanto de los pigmentos como de las veladuras. De esta forma se han analizado a pequeña escala las variaciones en cuanto a presencia de partículas, homogeneidad o heterogeneidad de las mismas, tamaño o distribución que presentan. Por otra parte, también ha sido empleado para cotejar dichos comportamientos y características frente a la posterior aplicación de las veladuras, cuyos resultados pueden arrojar información relevante en cuanto a las particularidades de cada pigmento laca aplicado sobre los pigmentos basales como veladuras.

#### 5.1.2. MULTIBAND

El protocolo *multiband* es un método usado para el análisis de obras de arte que abarca la imagen técnica en diferentes bandas del espectro (Fig 1), obtenidas con un mismo dispositivo (Cosentino et al. 2014, p. 8). Esta técnica consiste en capturar imágenes realizadas en distintas bandas del espectro electromagnético mediante un mismo dispositivo. Estas imágenes (UVR, UVF, VIS, IR, IRT, IRF, IRFC), utilizadas de forma conjunta proporcionan más información al ser confrontados los resultados que aportan cada una de ellas de forma independiente (Herrero-Cortell, et al. 2018); (Artoni et al. 2019).

Las ventajas del uso del *multiband* son muchas: Además de ser un sistema no invasivo, la instrumentación que se necesita es ligera, por lo que resulta ventajoso a la hora de manejar y evita un innecesario movimiento o transporte de la obra de arte. Por otra parte, es una técnica rápida que aporta gran información y cuyo precio es relativamente económico. Su versatilidad en diversos soportes y la diversidad de técnicas que lo conforman, permiten recabar valiosa información sobre tres aspectos básicos: procedimiento pictórico/técnico; materiales; y estado de conservación. En ese sentido, *multiband imaging* se utiliza para obtener información aproximativa o preliminar sobre los pigmentos utilizados en la película pictórica. Cabe advertir, no obstante que sería preceptivo cotejar la información obtenida mediante otras técnicas de análisis (Espectroscopía, XRF, etc.)

Para realizar la captura de las imágenes se ha utilizado una cámara Nikon® D800 modificada *full spectrum*. De esta forma recogen el espectro visible, parte del espectro infrarrojo y parte del espectro ultravioleta. A la cámara que le ha añadido diferentes filtros en función del tipo de fotografía que se ha realizado.

Para el presente trabajo, se han realizado fotografías con luz visible (VIS), fluorescencia ultravioleta (UVF), infrarrojo (IR) e infrarrojo de falso color (IRFC).

##### a) Visible VIS (360-780 nm)

Aunque no se considera estrictamente parte de la técnica *multiband*, la fotografía con luz visible es el primer paso a realizar para poder compararla con el resto de las técnicas en regiones no visibles. Además, también es necesaria para crear imágenes híbridas como el IRFC. Se ha utilizado un filtro X-Nite CC1 con corte de del rango IR y UV. Se han empleado focos halógenos Pro-Foto de 1250 W. Estos focos se caracterizan por emitir una luz cálida muy rica en radiación infrarroja.

##### b) Fluorescencia ultravioleta UVF (300-400 nm)

Algunos materiales tienen la capacidad de transformar la luz UV en una radiación visible de onda más larga y por ello emiten una fluorescencia visible al ser estimulada por la radiación UV. Así, la fluorescencia

emitida se aprecia en espectro visible (Ipinza y Poblete 2011, p. 29). Este fenómeno permite que a través de la fotografía UVF se pueda evaluar la presencia de barnices o repintes. También permite identificar de forma preliminar la presencia de algunos pigmentos (Cosentino 2015 p. 58). Puesto que la fluorescencia ultravioleta acontece en el espectro visible, se ha empleado el mencionado filtro X-Nite CC1. La fuente de iluminación ha sido una lámpara ultravioleta de 365 nm con filtro de paso exclusivo para el rango UV (200-400 nm). No se han considerado otras fuentes de iluminación como las lámparas Wood, o los característico tubos de luz negra por carecer de posibilidad de filtrado. Este tipo de fuentes de radiación emiten contaminación por luz visible y una pequeña proporción de radiación infrarroja. Es necesario eliminar tanto la contaminación visible como la cola infrarroja para que la fluorescencia pueda contemplarse en su verdadera magnitud (Wang 2020, p. 18).

c) Fotografía infrarroja IR (700-1050/1100 nm)

Es la técnica a la que se recurre para obtener datos procedimentales que a menudo se centran en el dibujo subyacente. También permite la identificación de partes ocultas como arrepentimientos o la discriminación preliminar entre algunos pigmentos (Gollini 2020, p. 30). No obstante, la imagen IR puede aportar datos sobre el comportamiento de los pigmentos en el espectro y arrojar datos sobre aspectos conservativo de la obra. La radiación infrarroja atraviesa las capas de barniz y la capa de película pictórica, llegando hasta la capa de preparación en la que refleja. La imagen infrarroja permite llegar a las capas inferiores de la pintura, que dependiendo del material que los constituye, pueden ser susceptibles de ser atravesados por la radiación infrarroja (Gollini 2020, p. 29). Se ha empleado el filtro Heliopan-1000. Como se ha indicado las fuentes halógenas son muy ricas en emisión de radiación IR por lo que se ha empleado la misma fuente que en el Vis.

d) Infrarrojo de falso color IRFC

Permite ver lo mismo que nos ofrece el IR pero ofreciendo una coloración irreal que facilita pistas para la identificación de algunos pigmentos o repintes. El infrarrojo de falso color se crea a través de la edición digital de las imágenes IR y VIS de una misma obra. El IRFC es valioso para detectar la presencia de determinados pigmentos o bien para identificar repintes. Sin embargo, esta técnica no ofrece resultados concluyentes, sino que debe ser empleada como apoyo para corroborar o elaborar hipótesis sobre la presencia de determinados materiales (Cosentino 2016, p. 3).

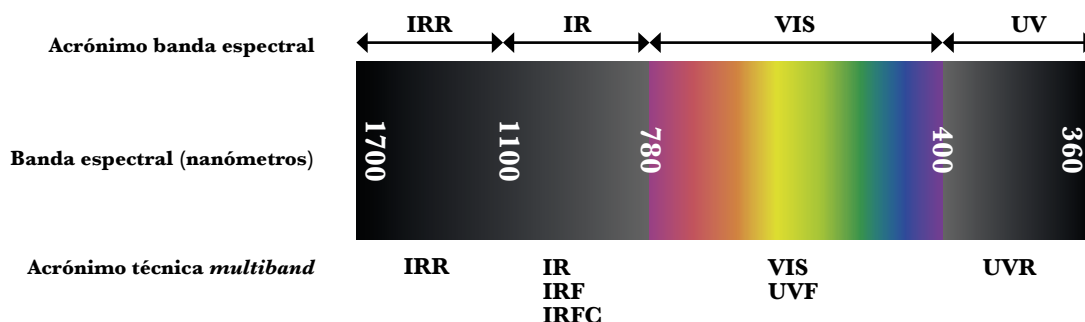


Figura 1. Representación del espectro electromagnético.

## 5.2. MATERIALES

### 5.2.1. PIGMENTOS BASALES

En cada una de las 19 tablas, se han aplicado los 9 tonos que constituirán la base de las veladuras. Sobre cada zona asignada a un pigmento se ha aplicado un tono basal con sus gradientes de intensidad correspondientes. En primer lugar, se aplica el pigmento puro, y posteriormente se disminuye su saturación original mezclando éste con blanco de plomo para obtener un color cada vez más claro (Ver Anexo III). En la siguiente imagen (Fig. 2) se muestra la distribución de cada pigmento en las tablas realizadas:

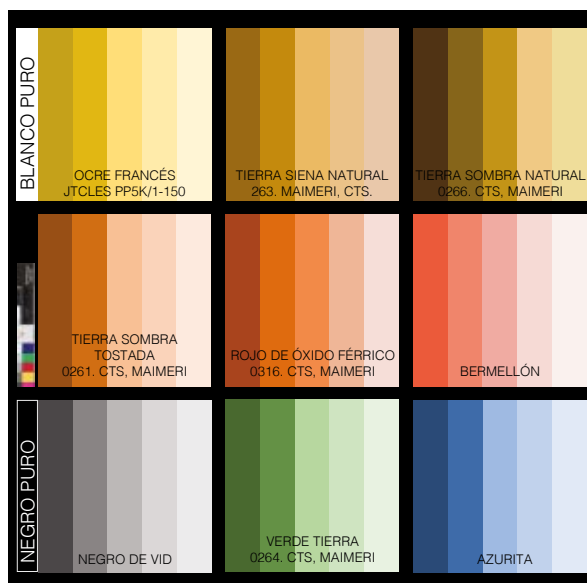


Figura 2. Representación digital de la distribución de las escalas tonales en las tablillas.

Los pigmentos basales que se han escogido para la elaboración de las probetas representan la gama cromática más usada a lo largo de la historia del arte desde la Edad Media hasta el siglo XVII. Dichos pigmentos constituyen la paleta básica tradicional, que aplicados de forma correcta pueden constituirse como potenciadores de las veladuras que van a recibir. De esta forma, la gama de pigmentos basales usada para este trabajo ha sido la siguiente (Tabla 1):

Relación de pigmentos empleados		
TONOS	NOMBRE	EMPRESA SUMINISTRADORA
TONO BLANCO	Blanco de Plomo	Kremer Pigmente
TONOS TIERRA	Ocre francés JTCLES (40010)	Kremer Pigmente
	Tierra siena natural (0263)	CTS
	Tierra sombra natural (0266)	CTS
	Tierra sombra tostada (0261)	CTS
TONOS ROJOS	Rojo de óxido férrico (0316)	CTS
	Bermellón (42000)	Kremer Pigmente
TONOS NEGROS	Negro de vid, alemán (47000)	Kremer Pigmente
TONO VERDE	Tierra verde (0264)	CTS
TONO AZUL	Azurita natural, estándar (10200)	Kremer Pigmente

Tabla 1. Tonos, denominación y empresa suministradora. Para más información consultar las fichas técnicas en Anexo I.

### 5.2.2. BARNIZ EMPLEADO. USO DE LA RESINA MASTIC PARA ELABORAR EL BARNIZ PARA LAS VELADURAS

Para la realización del barniz empleado en la confección de las veladuras, se ha seleccionado la resina mastic, también conocida como almáciga o resina de lentisco. Se trata de una resina triterpénica blanda de origen natural vegetal. Esta resina se obtiene a partir del lentisco (*Pistachia lentiscus* L.), árbol que abunda en las costas mediterráneas. En la isla de Chios, en Grecia, se encuentra la variedad más valorada que es la obtenida a partir de la subespecie *Pistachia lentiscus* L. var. *chia* (Romero Noguera 2007, p. 128). La resina se extrae realizando una incisión en la corteza del árbol de manera que la resina brota en forma de lágrima de color amarillo pálido (Doerner 2001, p. 97). Es soluble en aceites secantes y en esencia de trementina. Mezclada con aceite de linaza formaba un aglutinante llamado *Melgilp*, el *Gallery Varnish*, y los barnices *Re-toucher* (Zalbidea 2014, p. 95), frecuentemente usados en los siglos XVII y XIX pero que cayó en desuso ya que tiende a amarillear con el tiempo (Mayer 2005, p. 243).

La resina mastic ha sido ampliamente usada a lo largo de la historia del arte desde el siglo IX hasta finales del siglo XIX, momento en que fue relegada a un segundo por la aparición de la resina dammar. El barniz tiene su origen en el antiguo Egipto, donde se utilizaban resinas blandas mezcladas con aceite de linaza para la elaboración de barnices (Zalbidea 2014, p. 37). Su uso como barniz ya se contempla en el *Manuscrito de Lucca* (siglo VIII) en el que se recomienda mezclar el aceite de linaza como secativo (Merrifield 1849, p. ccliv). En el capítulo XXI del tratado del monje Theophilus, se describen dos recetas para elaborar barnices<sup>10</sup> (Theophilus 1847 [s. XII], p. 24 y 26).

La interpretación acerca de la resina utilizada para la elaboración del barniz es confusa ya que el autor describe la resina usada como *forinis*, sin especificar la naturaleza de la misma. Numerosos autores identifican la resina de forma distinta. Zelazowski (2020, p. 58-60), estudia la heterogeneidad de las diferentes interpretaciones de los autores acerca de la composición del barniz de Teófilo, arrojando luz en esta cuestión. Zelazowski colabora en un estudio reciente en el que se concluye que la resina *forinis* mencionada por Teófilo para elaborar barniz, es la resina mastic (Zalbidea et al. 2021, p. 9). En cuanto a la elaboración de barniz, también encontramos que en el *Mappae Clavícula* se encuentran recetas para elaborarlo a partir de la resina sandárica o mastic (Eastlake 1847 [s. XIII], p. 247). Y posteriormente Giovanni Battista Armenini (1999 [1587], p. 175), también menciona el uso de esta resina<sup>11</sup>:

10. “XXI. De Glutine Vernition. Pone oleum lini in ollam nouam paruulam, et adde gummi quod uocatur forinis 120 minutissime tritum, quod habet speciem lucidissimi thuris, sed cum frangitur, fulgorem clariorem reddit. Quid cum super carbones posueris, coque diligenter sic ut non bulliat, donec tertia pars consumatur, et caue a flamma, quia periculosum nimis est et difficile extinguatur si accendatur. Hoc glutine omnis pictura superlinita lucida fit et decora ac omnino durabilis...”. (N de T): “Pon un poco aceite de linaza en una olla pequeña y nueva y añade un poco de gummi (resina) finamente molida, la cual es denominada forinis, y que tiene el aspecto de un incienso muy claro, excepto por que cuando se rompe tiene más brillo. Después de ponerlo al fuego, cocínalo cuidadosamente sin dejar que hierva hasta que un tercio se haya evaporado. Ten cuidado con las llamas, porque el barniz es extremadamente peligroso, y si se prende fuego es difícil de apagar. Cada pintura que esté recubierta por este gluten es brillante, hermosa y completamente duradera”.

“XXII. Item alio modo: Compone quatuor lapides, qui possint ignem sustinere, ita ut non resiliant, et super ipsos pone ollam rudem, et in ea mitte supradictum gummi forinis, quod romane glassa dicitur, et super os huius ollae pone ollam minorem, quae habeat in fundo modicum foramen, et circumlinies ei pastam, ita ut nihil spiraminis inter ipsas ollas exeat. Deinde suppone ignem diligenter, donec ipsum gummi liquefiat. Habebis etiam ferrum gracile et manubrio impositum, unde commouebis ipsum gummi, et cum quo sentire possis ut omnino liquidum fiat. Habeas quoque ollam tertiam iuxta super carbones positam, in qua sit oleum lini calidum; et cum gummi penitus liquidum fuerit, ita ut extracto ferro quasi filum trahatur, infunde ei oleum calidum et ferro comune, et sic insimul coque ut non bulliat, et interdum extrahe ferrum et lini modice super lignum siue super lapidem, ut probes densitatem eius. Et hoc caueas in pondere ut sint duae partes et tercia gummi. Cumque ad libitum tuum coxeris diligenter, ab igne remouens et discooperiens refrigerari sine”. (N de T): “Otro método: Coloca juntas cuatro piedras que puedan soportar el fuego sin romperse y sobre ellas deposita una olla nueva. Dentro de la olla pon un poco de la anteriormente mencionada gummi forinis a la cual los romanos llaman glassa, sobre la boca de esta olla, coloca otra más pequeña con un pequeño agujero en su parte inferior y extiende un poco de pasta alrededor para que el aire no pueda escapar entre las dos ollas. Luego enciende con cuidado un fuego debajo de las ollas hasta que la resina se derrita. También debes tener una varilla de hierro delgada, insertada en un mango, con la cual debes remover la resina hasta sentir que se ha vuelto completamente líquida. También debes tener una tercera olla en el fuego, cerca, con aceite de linaza caliente. Cuando la resina este completamente líquida, de modo que al sacar la varilla arrastre tras de sí un delgado hilo, vierte el aceite caliente en la olla de resina, remueve con la varilla, y cocina todo junto sin dejar que hierva. Ocasionalmente sumerge la varilla y unta un poco en un pedazo de madera o piedra para comprobar su consistencia. Ten cuidado de que haya dos partes de aceite y una tercera parte de resina en peso. Cuando lo hayas cocinado cuidadosamente a tu satisfacción, retíralo del fuego, destápalo y deja que se enfríe.”

11. “Hay otros que toman almáciga blanca brillante y la ponen en un recipiente al fuego, añadiendo tanta cantidad de aceite claro de nueces como para cubrirla bien, y así la dejan desleír removiéndola mucho; después tamizan con un paño de lino raso y la ponen en otro vaso”.



Como último ejemplo, pero no el único, en el que se describen recetas para elaborar barniz con la resina almáciga, es la que se detalla en el manuscrito anónimo del siglo XVI, *Secreti diversi* también llamado “*Manuscrito Marciano*”, traducido y transcrito por Merrifield (1849, p. 632) en su recopilación de los principales manuscritos de la historia de la pintura<sup>12</sup>.

Antes de aplicar las veladuras sobre los colores basales, es necesario realizar un estudio para determinar la proporción de resina adecuada que permita mezclarse y templarse adecuadamente con los pigmentos base para formar las veladuras. Así, para determinar qué barniz es el adecuado para elaborar las veladuras, se han realizado diferentes mezclas de aceite de linaza (Titan) y resina mastic en distintas proporciones. De esta forma se comprueba empíricamente el comportamiento de cada barniz obtenido y al ser aplicarlo sobre el soporte.

Sobre 100 partes de ambos ingredientes, se han elaborado los barnices aumentando y disminuyendo la proporción un 10 % de cada uno. En la siguiente tabla se describen las diferentes proporciones de resina y aceite empleados (Tabla 2).

Proporciones de aceite y resina testadas para la elaboración del barniz		
	ACEITE (partes)	RESINA (partes)
<b>BARNIZ 1</b>	15	85
<b>BARNIZ 2</b>	25	75
<b>BARNIZ 3</b>	35	65
<b>BARNIZ 4</b>	45	55
<b>BARNIZ 5</b>	55	45
<b>BARNIZ 6</b>	65	35
<b>BARNIZ 7</b>	75	25
<b>BARNIZ 8</b>	85	15

Tabla 2. Se muestran las proporciones usadas para el estudio.

Para elaborar el barniz se ha calentado el aceite de linaza y se ha ido añadiendo la resina mastic hasta su disolución (Fig. 3-5). A continuación, se ha aplicado cada uno de los barnices obtenidos sobre una tablilla de madera preparada con la misma metodología que las tablas de los colores basales (Fig. 6). De esta forma se ha podido comprobar las diferencias entre cada una de las mezclas obtenidas.

Además de la velocidad de secado, los parámetros utilizados para seleccionar el barniz han sido: la homogeneidad de la capa, la facilidad de aplicación, el color y la viscosidad (en la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos tras la aplicación de cada uno de los barnices).

12. “*A most excellent mastic varnish. Take one pound of mastic half a pound of naphtha and half an ounce of clear nut oil melt them together in a bottle or glass over a charcoal fire and strain through an old linen cloth*”. N de T): “Un excelente barniz de mastic. Tome una libra de mastic, media libra de nafta y media onza de aceite de nuez transparente, derrítelos en una botella o vaso sobre un fuego de carbón y cuele a través de un paño de lino viejo”.



Figura 3. Materiales empleados para la elaboración del barniz.

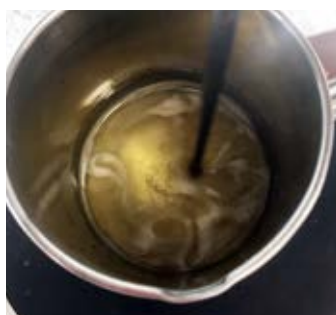


Figura 4. Calentamiento del aceite de linaza.



Figura 5. Adición de la resina mastic.



Figura 6. Tabla con los diferentes barnices aplicados.

Resultados tras la aplicación de los diferentes barnices								
	BARNIZ 1	BARNIZ 2	BARNIZ 3	BARNIZ 4	BARNIZ 5	BARNIZ 6	BARNIZ 7	BARNIZ 8
<b>FACILIDAD DE APLICACIÓN</b>	Mala	Mala	Media	Buena	Buena	Óptima	Fluida	Fluida <sup>++</sup>
<b>COLOR</b>	Amarillenta <sup>++</sup>	Amarillenta <sup>++</sup>	Amarillenta <sup>+</sup>	Neutro <sup>+</sup>	Neutro <sup>++</sup>	Neutro <sup>++</sup>	Neutro	Neutro <sup>++</sup>
<b>VISCOSIDAD</b>	Alta	Alta	Media	Media/Baja	Media	Media	Media	Media/Baja
<b>HOMOGENEIDAD</b>	Nula	Nula	Baja	Media	Alta	Alta	Alta	Alta

Tabla 3. Parámetros empleados en la selección del barniz.

Tras haber realizado las pruebas pertinentes, se ha observado que los barnices que mejor comportamiento han tenido en términos de facilidad de aplicación, homogeneidad, coloración y viscosidad han sido los barnices 5, 6 y 7. Estos han sido los empleados para realizar la siguiente prueba que ha consistido en la mezcla con los pigmentos laca para ser aplicados como veladuras.

### 5.2.3. PIGMENTOS LACA

El factor que determina que un pigmento sea óptimo para realizar una veladura es su morfología y su naturaleza. La molienda del pigmento era determinante para conseguir que tanto el óleo como el temple estuviese correctamente aglutinado. Mediante la molienda se conseguía reducir el tamaño de las partículas, así como aumentar la propiedad tintórea. Esto se lograba gracias a la superficie específica del pigmento<sup>13</sup> (Herrero-Cortell 2019, p. 520). Dado que los colorantes usados para realizar los pigmentos laca requieren poca molienda, se adaptan a la regla de la superficie específica. Además, a diferencia de los pigmentos, sus partículas son minúsculas, formando una película transparente (Zalbidea 2017, p. 3). Estas cualidades son idóneas para elaborar pigmentos laca que tradicionalmente se han empleado en las veladuras. Esta es la razón por la que el presente trabajo se ha centrado en el estudio de las veladuras a partir de pigmentos laca. Sin embargo, los pigmentos laca necesitan la adición de resinas al óleo para acelerar el secado. Armenini (1999, p. 171) así lo describe: “...añadiéndole aceite y un poco de barniz común, porque este barniz es de tal calidad que da fuerza y ayuda a todos los colores que sufren al secarse”. En la Figura 7 se muestran las diferentes capas de veladuras aplicadas sobre los colores basales con estratos superpuestos de veladuras, generando así una gradación en la saturación de tonalidades.

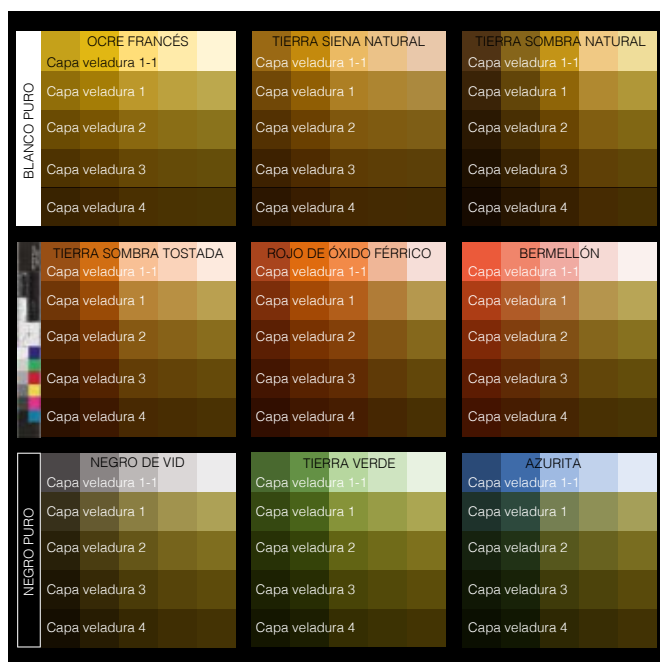


Figura 7. Recreación digital de la distribución de las veladuras sobre los tonos basales.

13. La superficie específica es la capacidad de una determinada materia para abarcar un determinado espacio. A menor tamaño de partícula, mayor homogeneidad, mayor superficie específica, y por lo tanto, mayor poder cubriente.

A la hora de seleccionar el tipo de barniz adecuado para la aplicación de las veladuras, se han realizado pruebas con una muestra representativa de pigmentos laca aglutinados con los barnices 5, 6 y 7 escogidos (Fig. 8-10) (Ver Anexo 4).



Figura 8. Prueba de diferentes mezclas con el Barniz 5.



Figura 9. Prueba de diferentes mezclas con el Barniz 6.



Figura 10. Prueba de diferentes mezclas con el Barniz 7.

Una vez realizados los ensayos para determinar el barniz con el que se generarán las veladuras, ha sido seleccionado el Barniz nº 6. Se comprueba así, empíricamente, que las proporciones de este barniz se aproximan a la segunda receta de Teófilo. La gama de pigmentos laca usada para este trabajo se refleja en la Tabla 4.

Relación de pigmentos laca empleados			
TONOS	NÚMERO ASIGNADO	NOMBRE	EMPRESA SUMINISTRADORA
<b>ROJO</b> (origen animal)	1	Carmín nacarado. 42100	Kremer Pigmente
	2	Cochinilla + carbonato de sosa	Elaboración artesanal*
	3	Cochinilla + alumbre + carbonato de sosa	Elaboración artesanal*
	4	Cochinilla + alumbre + bicarbonato de sodio	Elaboración artesanal*
	5	Lac Dye. 36020	Kremer Pigmente

VELADURAS HISTÓRICAS CON PIGMENTOS LACA:  
 APROXIMACIÓN TEÓRICO-PRÁCTICA Y CARACTERIZACIÓN EN DIVERSAS BANDAS DEL ESPECTRO

Relación de pigmentos laca empleados			
TONOS	NÚMERO ASIGNADO	NOMBRE	EMPRESA SUMINISTRADORA
<b>ROJO</b> (origen vegetal)	6	Rubia Coral. 372051	Kremer Pigmente
	7	Rojo oscuro. 372141	Kremer Pigmente
	8	Rubia morada. 37218	Kremer Pigmente
<b>AMARILLOS</b> (origen vegetal)	9	Reseda	Pigmentos Orgánicos
	10	Reseda. 36262	Kremer Pigmente
	11	Aloe. 38010	Kremer Pigmente
	12	Stil de grain. 37934	Kremer Pigmente
	13	Azafrán	Elaboración artesanal
<b>AZULES</b> (origen vegetal)	14	Índigo. 36002	Kremer Pigmente
	15	Índigo con sepiolita	Elaboración artesanal*
	16	Azul pastel	Pigmentos Orgánicos
<b>VERDE</b> (origen vegetal)	17	Verde Vessie	Pigmentos Orgánicos
<b>NEGROS</b>	18	Atramentum. 12030	Kremer Pigmente
	19	Sepia. 12400	Kremer Pigmente

Tabla 4. Materiales utilizados para realizar las veladuras.

\* Estas lacas han sido elaboradas por los alumnos de 2º curso del Máster Universitario en Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la Universitat Politècnica de València, en la asignatura Historia de los colorantes y barnices. Para consulta de fichas técnicas consultar Anexo I.

## 6. APLICACIÓN DE LOS PIGMENTOS BASALES Y LOS PIGMENTOS LACA COMO VELADURA. OBSERVACIONES

### 6.1. PIGMENTOS BASALES

Se describen, por interés, cada uno de los pigmentos utilizados y su comportamiento durante la molienda y aplicación de los mismos sobre las tablas.

#### 6.1.1. BLANCO DE PLOMO

También conocido como albayalde, se trata de un carbonato básico de plomo. Uno de los pigmentos blancos más usados a lo largo de la historia hasta el siglo XIX. Empleado ya en la antigua Grecia, está valorado como uno de los pigmentos artificiales más antiguos (Mayer 2005, p. 42). Se producía oxidando láminas de plomo en un entorno ácido. Estas láminas se introducían en vasijas de barro con un doble fondo en el cual se añadía vinagre. Una vez tapadas, las vasijas se enterraban en estiércol. La combinación de los vapores acéticos y carbónicos junto con el calor generaban una corteza blanca en la lámina que posteriormente se raspaba, obteniendo así el pigmento (Ashok y Feller 1993, p. 68). El blanco de plomo se ha utilizado en la mayoría de las gradaciones tonales de los pigmentos para reducir su saturación, además de ser un material que por su naturaleza acelera el proceso de secado de los óleos (Herrero Cortell 2019, p. 246). Esta característica también lo hace idóneo para acelerar el proceso de secado de los aceites secantes como el de linaza. Ashok y Feller (1993, p. 69) mencionan este procedimiento como una práctica habitual. Las propiedades óptimas del blanco de plomo (secado, opacidad, finura, adaptabilidad) hacen de este pigmento que sea empleado como referencia para medir las cualidades de los demás pigmentos (Mayer 2005, p. 161). Es por esta razón por la que se ha dispuesto del albayalde para realizar las gradaciones de color de cada uno de los pigmentos.

#### OBSERVACIONES

El blanco de plomo se ha templado con aceite linaza (Fig. 11-13). Posteriormente se han realizado las mezclas con el resto de los colores con el fin de conformar la gradación tonal de cada uno de ellos. Además, ha sido el pigmento utilizado para graduar cromáticamente el resto de los pigmentos basales. En la Tabla 5 se describen las principales características del pigmento, observadas en el proceso de elaboración del óleo.



Figura 11. Blanco de plomo antes de aglutinar.



Figura 12. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza.



Figura 13. Aspecto final del pigmento aglutinado.

Características del pigmento blanco de plomo en base a su comportamiento organoléptico		
<b>BLANCO DE PLOMO</b>	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color
	Fácil dispersión	Buen poder cubriente
	Poco absorbente	Homogéneo
		Fácil aplicación con el pincel

Tabla 5. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

### 6.1.2. OCRE FRANCÉS

El ocre amarillo está presente como pigmento en la paleta pictórica desde la antigüedad. Aun siendo un pigmento no noble, ha sido uno de los más usados en la pintura en los siglos XV y XVI. Debido a su condición de tierra, ha sido fácilmente accesible, además de ser un pigmento muy económico (Herrero Cortell 2019, p. 159). Su color amarillo está supeditado por su contenido de hidróxidos férricos, óxidos de hierro hidratados como la goethita (Doerner 2001, p. 58). Históricamente el ocre se utilizó como recurso para matizar colores, reducir brillos en colores chillones, imitación de dorados, realzar las encarnaciones o en la elaboración de sombras. Sin embargo, a pesar de su amplio uso a lo largo de la historia del arte, no se ha encontrado información acerca de su uso en las fuentes, posiblemente debido a su categoría menos privilegiada y su fácil accesibilidad (Herrero Cortell 2019, p. 161).

#### OBSERVACIONES

Se ha observado el comportamiento del pigmento durante la molienda, así como en la aplicación del óleo sobre la tabla y sus diferentes gradaciones de color mediante la adición de blanco de plomo (Fig. 14-16). En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos. La microscopía de superficie permite corroborar que éste es un pigmento que genera una película homogénea, con una buena absorción del aceite (entre 30-60g, según Eastaugh), de partícula fina y con mucho poder cubriente. En la imagen de 200X, se aprecian pequeños cráteres generados por la retención de aire en el momento de la mezcla del pigmento con el aceite. Se aprecia que al añadir blanco de plomo, este efecto persiste (Ver Anexo II).



Figura 14. Pigmento ocre antes de aglutinar.



Figura 15. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza.



Figura 16. Gradaciones del ocre con la adición de blanco de plomo.

Características del pigmento ocre en base a su comportamiento organoléptico			
<b>OCRE</b>	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
	Fácil dispersión	Buen poder cubriente	Buena capacidad cubriente
	Muy absorbente	Homogéneo	Homogéneo
		Fácil aplicación con el pincel	Fácil aplicación con el pincel

Tabla 6. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

### 6.1.3. TIERRA SIENA NATURAL

Se trata de ocre amarillos con contenido en hierro y manganeso. Su color es similar al ocre, pero de tonalidad más oscura (Mayer 2005, p. 59). Esta variedad del ocre tan preciada se encontraba en Siena, aunque más tarde también fue explotada en la isla de Cerdeña (Doerner 2001, p. 58). La siena natural no posee el mismo poder cubriente que el ocre debido a las altas de proporciones de ácido silícico coloidal que implica la necesidad de añadir más cantidad de aglutinante en la mezcla. Esta cualidad, sin embargo, le confiere la característica de ser óptima para la aplicación de veladuras (Doerner 2001, p. 58). Este pigmento puede utilizarse tras la molienda en estado crudo, o tras la calcinación, denominándose así siena tostada (Eastaugh et al. 2008, p. 345)

#### OBSERVACIONES

Tras aglutinar el pigmento con el aceite de linaza y aplicarlo sobre las tablas (Fig. 17 y 18) se han observado diversos comportamientos y características que están descritos en la Tabla 7. A nivel microscópico se observa tanto en imagen de 50X como en 200X que el pigmento precipita creando un efecto brillo en superficie (220X) y en periferia (50X) y creando excesivo lustre. Este efecto se ve muy amortiguado cuando se añade blanco de plomo, que genera como regulador de la absorción de la tierra de siena. Es curioso como en las imágenes de 200X, las partículas de siena tienden a agruparse generando concreciones esféricas sin generar cráteres como en se ha visto en el ocre (Ver Anexo II).



Figura 17. Pigmento siena antes de aglutinar.



Figura 18. Gradaciones del siena con la adición de blanco de plomo.

Características del pigmento siena natural en base a su comportamiento organoléptico			
<b>TIERRA SIENA NATURAL</b>	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
	Fácil dispersión	Medio poder cubriente	Buena capacidad cubriente
	Muy absorbente	Homogéneo	Homogéneo
		Fácil aplicación con el pincel	Fácil aplicación con el pincel

Tabla 7. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.



#### 6.1.4. TIERRA SOMBRA NATURAL Y TIERRA SOMBRA TOSTADA

La composición de la tierra sombra es semejante a la del pigmento siena natural, pero contiene más cantidad de manganeso (Mayer 2005, p. 60). El origen de esta tierra es Chipre, aunque generalmente se importaba desde Venecia (Merrifield 1849, p. ccxxi; Bruquetas Galán 2002, p. 169). Su color es pardo oscuro con matices que pueden variar desde el verde hasta el morado (Mayer 2005, p. 60). Se trata de un pigmento con poco poder cubriente por lo que al igual que el siena era muy apto para generar veladuras (Herrero Cortell 2019, p. 1249). La tierra sombra tostada posee las mismas características que la sombra natural. Se obtiene a través de la calcinación de la tierra sombra natural, dando lugar a una tonalidad más oscura.

#### OBSERVACIONES

A continuación, se detallan en las Tablas 8 y 9 los resultados obtenidos tras la molienda y aplicación del óleo sobre las probetas (Fig. 19 y 20). En imagen microscópica se observa que es un pigmento absorbente, tanto en imagen de 50X, como en 200X. A diferencia de la tierra de siena, la partícula no precipita, sino que absorbe regular y homogéneamente. Esto es debido a su menor contenido en sílice y mayor contenido en manganeso. Al mezclarlo con blanco de plomo, los efectos de brillo generados por esta excesiva absorción son amortiguados y las partículas del propio pigmento se reagrupan, pero sin generar aglomerados, de forma mucho más homogénea que hace el ocre. El sombra tostada crea superficies muy homogéneas, y equilibradas, que se ven afectadas por orificios aislados que rompen la homogeneidad de la superficie y que se aprecian tanto en el pigmento, como en las mezclas con blanco de plomo (Ver Anexo II).



Figura 19. Gradaciones del sombra natural con la adición de blanco de plomo.

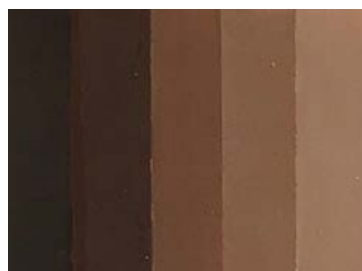


Figura 20. Gradaciones del sombra tostada con la adición de blanco de plomo.

Características del pigmento tierra sombra natural en base a su comportamiento organoléptico			
	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
<b>TIERRA SOMBRA NATURAL</b>	Fácil dispersión	Medio poder cubriente	Buena capacidad cubriente
	Muy absorbente	Homogéneo	Homogéneo
		Fácil aplicación con el pincel	Fácil aplicación con el pincel

Tabla 8. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

Características del pigmento tierra sombra tostada en base a su comportamiento organoléptico			
	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
<b>TIERRA SOMBRA TOSTADA</b>	Fácil dispersión	Medio poder cubriente	Buena capacidad cubriente
	Muy absorbente	Homogéneo	Homogéneo
		Fácil aplicación con el pincel	Fácil aplicación con el pincel

Tabla 9. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

### 6.1.5. ROJO DE ÓXIDO FÉRRICO

Se trata de una tierra roja, cuyo color es el resultado de la presencia de óxido de hierro. Estas tierras se localizan sobre todo en regiones volcánicas. El color rojo procede de este óxido de hierro deshidratado, ya que el óxido de hierro hidratado tiende a ser un ocre amarillo. Este pigmento y todas las tierras rojas eran comúnmente usados por los artistas por su bajo coste, la variedad tonal y su poder cubriente (Merrifield 1849, p. clxx-clxxii).

#### OBSERVACIONES

En las ilustraciones (Figura 21-23) se muestra el proceso de molienda del pigmento con el aceite de linaza. La Tabla 10 se muestran las características observadas acerca del comportamiento del pigmento durante la molienda y aplicación de la pintura. La imagen microscópica muestra una superficie rugosa (50X) que aumenta en morfología con los aumentos (200X). Carente de brillos debido a este efecto conocido como nivelación (Zalbidea, 2014, p.4), en este caso es debido a la capacidad absorbente de la tierra roja. Este efecto persiste aun mezclando blanco de plomo (Ver Anexo II).



Figura 21. Pigmento rojo de óxido férrico antes de aglutinar.



Figura 22. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza.



Figura 23. Gradaciones del rojo de óxido férrico con la adición de blanco de plomo.

Características del pigmento rojo de óxido férrico en base a su comportamiento organoléptico			
	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
<b>ROJO ERCOLANO</b>	Fácil dispersión	Alto poder cubriente	Buena capacidad cubriente
	Muy absorbente	Homogéneo	Homogéneo
		Fácil aplicación con el pincel	Fácil aplicación con el pincel

Tabla 10. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

### 6.1.6. BERMELLÓN

El bermellón (sulfuro de mercurio) es el producto de la transformación alquímica del azufre y el mercurio que ya se elaboraba desde el siglo VIII. Su elaboración consistía en la combinación de mercurio con azufre, que posteriormente se llevaba a la sublimación (Bomford et al. 1995, p. 31). El bermellón es compatible con el resto de los pigmentos, aunque tiende a ennegrecer en contacto con el ambiente. Ha sido ampliamente usado para pintar las carnaciones (Parrilla Bou 2007, p. 109). Tanto el cinabrio (forma natural del sulfuro de mercurio) como el bermellón (su equivalente artificial) ha sido el color rojo protagonista en la paleta del pintor desde la Antigüedad, y era usado asiduamente junto con otros rojos (minio, óxidos férricos y lacas) (Herrero Cortell 2019, p. 104).

OBSERVACIONES

Tras aglutinar el pigmento con el aceite y aplicarlo sobre las probetas (Fig. 24 y 25), se han observado comportamientos del óleo que se describen en la Tabla 11. En la imagen microscópica (50X-200X) se aprecia una textura rugosa y homogénea que cubre la superficie. Esta rugosidad homogénea no se pierde cuando se añade blanco de plomo, es más, aparecen oquedades que aumentan conforme se añade blanco (200X) (Ver Anexo II).



Figura 24. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza.



Figura 25. Gradaciones del bermellón con la adición de blanco de plomo.

Características del pigmento bermellón en base a su comportamiento organoléptico			
	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
<b>BERMELLÓN</b>	Fácil dispersión	Alto poder cubriente	Buena capacidad cubriente
	Absorción media	Homogéneo	Homogéneo
		Fácil aplicación con el pincel	Fácil aplicación con el pincel

Tabla 11. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

6.1.7. NEGRO DE VID

El pigmento negro vid se produce calcinando maderas y restos vegetales. Se trata de un negro con tonalidades azuladas. De hecho, en ocasiones se mezclaba con blanco para obtener el llamado *azul de los pobres* (Boularand, 2010, p. 54); (Rubio Mifsud 2015, p. 291). Existen pocas fuentes en las que se mencionan los negros, sin embargo, la explicación puede ser la facilidad de con la que se podía adquirir este pigmento y su fácil elaboración por el mismo artista (Herrero Cortell 2019, p. 252).

OBSERVACIONES

Durante la elaboración y aplicación del óleo (Fig. 26 y 27) se han observado comportamientos propios del pigmento que se describen en la Tabla 12. La microscopia ofrece unas imágenes en las que el material genera una superficie pulverulenta (tanto a 50X, como con 200X) con pocos brillos. Al añadir el blanco de plomo se crea una tonalidad más cercana al azul que al negro (50X). En grandes aumentos (200X) se aprecian micro agregados de diferentes tamaños (Ver Anexo II).



Figura 26. Pigmento negro de vid antes de aglutinar.

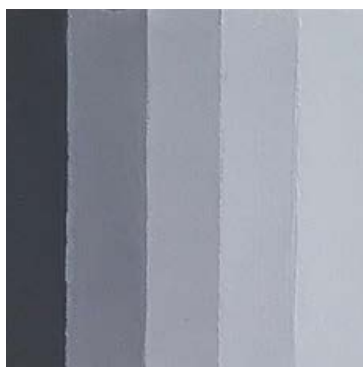


Figura 27. Gradaciones del negro de vid con la adición de blanco de plomo.

Características del pigmento negro vid en base a su comportamiento organoléptico			
	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
<b>NEGRO VID</b>	Fácil dispersión	Alto poder cubriente	Buena capacidad cubriente
	Absorción media	Homogéneo	Homogéneo
		Fácil aplicación con el pincel	Fácil aplicación con el pincel

Tabla 12. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

#### 6.1.8. TIERRA VERDE

Se trata de un mineral silíceo con tonalidad verde grisácea. Este pigmento se prepara partiendo de dos minerales arcillosos: celadonita (mineral de origen volcánico y rica en K -potasio) y glauconita (mineral de origen sedimentario y rica en Mg). Aunque tienen formulas químicas similares, se producen en ambientes diferentes (Eastaugh et al 2004). Las tierras verdes han sido ampliamente usadas a lo largo de la historia, sobre todo empleándose como capa inferior para pintar carnaciones en la época medieval (Ashok y Feller 1993, p. 141-143). Las tonalidades que ofrece este pigmento son muy variadas: desde un verde grisáceo hasta el tono verde oliva, siendo la tierra verde de Verona la más valorada. En la técnica al óleo no se ha empleado con asiduidad (Merrifield 1849, p. ccxvii) sino que se ha empleado específicamente como base para veladuras, sobre todo a finales del siglo XV.

#### OBSERVACIONES

A continuación, se muestran el proceso de elaboración del óleo (Fig. 28-30), así como la tabla descriptiva del comportamiento del pigmento en la molienda y en la aplicación del color (Tabla 13). La heterogeneidad elemental de este material se detecta fácilmente en la microscopia (50X). A pocos aumentos se aprecia una superficie compuesta por diferentes elementos que se detectan aún mejor en grandes aumentos (200X). Es decir, a gran tamaño son evidentes las agrupaciones rojizas típicas de la tierra de Verona y otras formaciones derivadas del K. La absorción del aceite es regular, aunque las partículas tienden a precipitar generando brillos superficiales (200X). Es curioso como estas particularidades se mantienen aún con la adición de blanco de plomo (Ver Anexo II).



Figura 28. Pigmento tierra verde antes de aglutinar.

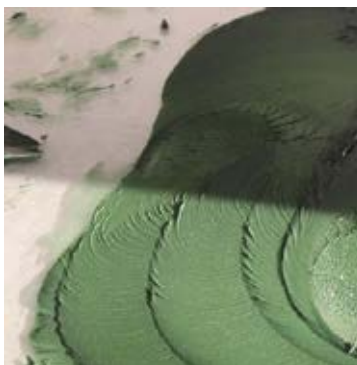


Figura 29. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza.



Figura 30. Gradaciones del tierra verde con la adición de blanco de plomo.

Características del pigmento tierra verde en base a su comportamiento organoléptico			
<b>TIERRA VER- DE</b>	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
	Fácil dispersión	Escaso poder cubriente	Media capacidad cubriente
	Muy absorbente	No homogéneo	No homogéneo
		Difícil aplicación con el pincel	Difícil aplicación con el pincel

Tabla 13. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

#### 6.1.9. AZURITA

El pigmento azul siempre ha sido usado para señalar a la nobleza o a representaciones divinas. De hecho, la representación iconográfica del manto de la virgen viene determinado por su manto azul. Es por eso que tanto el lapislázuli como la azurita se usasen para este tipo de representaciones, dada la intensidad de su color (Herrero Cortell 2019, p. 180). La azurita es un pigmento a base de carbonato natural básico de cobre. Tras el lapislázuli, ha sido considerado uno de los pigmentos azules más valorados, sin embargo, su uso es bastante incompatible con aglutinantes grasos como el óleo (Mayer 2005, p. 39). Se conoce su uso ya en el antiguo Egipto, pero es a partir de la Edad Media cuando se convierte en uno de los pigmentos más empleados hasta la aparición de del azul de Prusia a principios del siglo XVIII. Durante los siglos XV y XVI se usaba como capa subyacente sobre la que se aplicaba el azul ultramar (Ashok y Feller 1993, p. 25).

#### OBSERVACIONES

A partir del proceso de molienda y aplicación de la pintura (Fig. 31 y 32) se han observado diferentes comportamientos de este pigmento que se ven reflejadas en la Tabla 14. La microscopía muestra datos bien conocidos: su tamaño y particulado suele ser de 50 y 120  $\mu\text{m}$ , es decir, de tamaño irregular como demuestran las imágenes (200X). Esta irregularidad genera que la luz penetre entre estos tamaños y formas desiguales generando esta tonalidad azul tan intensa y variada, que no se pierde aún cuando se añade blanco de plomo (Ver Anexo II).



Figura 31. Pigmento azurita antes de aglutinar.



Figura 32. Gradaciones de la azurita con la adición de blanco de plomo.

Características del pigmento azurita en base a su comportamiento organoléptico			
	Dispersión con aglutinante (aceite de linaza)	Aplicación del color	Adición de blanco de plomo
<b>AZURITA</b>	Fácil dispersión	Escaso poder cubriente	Escasa capacidad cubriente
	Muy absorbente	No homogéneo	No homogéneo
		Difícil aplicación con el pincel	Difícil aplicación con el pincel

Tabla 14. Resultados extraídos de la mezcla del pigmento con el aceite de linaza.

## 6.2. PIGMENTOS LACA. VELADURAS

A continuación, se describen cada uno de los pigmentos laca agrupados por familias cromáticas aplicados como veladuras sobre las probetas.

### 6.2.1. ROJOS DE ORIGEN ANIMAL

- 1) **Carmín nacarado. 42100**
- 2) **Cochinilla + carbonato de sosa**
- 3) **Cochinilla + alumbre + carbonato de sosa**
- 4) **Cochinilla + alumbre + bicarbonato de sodio**
- 5) **Lac Dye. 36020**

Los pigmentos laca 1, 2, 3, y 4, de origen animal se obtienen de la variedad americana de la cochinilla llamada *Coccus Cacti L.* (Feller, R. Arts Pigments, Vol.1) Dicha variedad comenzó a importarse en el siglo XVI desde América Central tras la conquista de México de Hernán Cortés. Pronto, este pigmento fue relegando a un segundo plano a la laca obtenida del *Kermes Vermilio L.*, parásito de la *Quercus coccifera L.* (Kirby 2014, p. 162) o del *Coccus Ilicis L.* (Herrero-Cortell 2019, p. 126) presente en la zona mediterránea (especialmente Valencia). Esto fue debido a la abundancia de la nueva variedad americana en las chumberas por lo que su recolección era mucho más rápida y productiva. De hecho, las zonas en las que antes se cultivaba la cochinilla europea se fueron adaptando, sustituyéndola por la importada chumbera en la que se alojaba la cochinilla americana (Herrero-Cortell 2019, p. 126). La cochinilla y el kermes, pese a pertenecer a la familia de las antraquinonas (Barra y Gayo, 2018, p. 530) se diferencian químicamente por los compuestos de ácido carmíneo y quermésico que producen respectivamente. Su uso se centra principalmente en la aplicación de veladuras por obtener una capa translúcida en la técnica al óleo (Ashok y Feller 1993, p. 264). A partir de la misma materia prima se han elaborado cuatro pigmentos laca, ya que, dependiendo del mordiente usado para fijar el colorante al soporte inerte, se pueden obtener diferentes tonalidades de color que van de un color rojo intenso, si se encuentra en un medio ácido, a un color violáceo, en caso de haber sido elaborado en un medio alcalino. Por otra parte, el pigmento laca Lac Dye (5), también tiene su origen en la secreción de otro insecto análogo a la cochinilla llamado *Coccus Lacca L.* o *Kerria Lacca L.* (Herrero Cortell 2019, p. 127). Este producto, se obtiene a partir de la deposición de la resina que depositan los insectos en algunas especies de árboles de la India. El material obtenido se refina a diferentes escalas por lo que se obtienen distintos resultados: la goma laca naranja, la goma laca blanca y la laca que nos ocupa, de un color rojo intenso, que proviene de los granos menos filtrados (Mayer 2005, p. 245). En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos.

Características de la veladura realizada con carmín nacarado		
<b>1. CARMÍN NACARADO</b>		
	Poder colorante	***
	Poder cubriente	***
	Homogeneidad	***
	Partícula visible	*
	<p>Tono magenta intenso. Se ha extendido con mucha facilidad. Se observa desde la primera aplicación su elevado poder colorante.</p> <p>Se aprecia el poder cubriente de la laca llegando a ocultar casi completamente el pigmento basal en la 5<sup>o</sup> capa.</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>	

Tabla 15. Resumen de características.

Características de la veladura realizada con cochinilla + carbonato de sosa		
<b>2. COCHINILLA + CARBONATO DE SOSA</b>		
	Poder colorante	**
	Poder cubriente	**
	Homogeneidad	**
	Partícula visible	**
	<p>Tono magenta. Se distinguen las partículas del colorante. No cubre excesivamente los pigmentos basales, observándose cierta heterogeneidad en cada una de las pinceladas.</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>	

Tabla 16. Resumen de características.



Características de la veladura realizada con cochinilla + alumbre + carbonato de sosa		
<b>3. COCHINILLA + ALUMBRE + CARBONATO DE SOSA</b>		
	Poder colorante	**
	Poder cubriente	**
	Homogeneidad	**
	Partícula visible	**
<p>Tono violáceo. Se aprecian las partículas del colorante. Las sucesivas capas de veladura proporcionan una mayor saturación del color. Escasa homogeneidad de la veladura durante su aplicación</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>		

Tabla 17. Resumen de características.

Características de la veladura realizada con cochinilla + alumbre + bicarbonato de sodio		
<b>4. COCHINILLA + ALUMBRE + BICARBONATO</b>		
	Poder colorante	**
	Poder cubriente	**
	Homogeneidad	**
	Partícula visible	**
<p>Tono rosa oscuro. Dificultad en la aplicación de la veladura, generando una superficie no homogénea.</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escas</p>		

Tabla 18. Resumen de características.

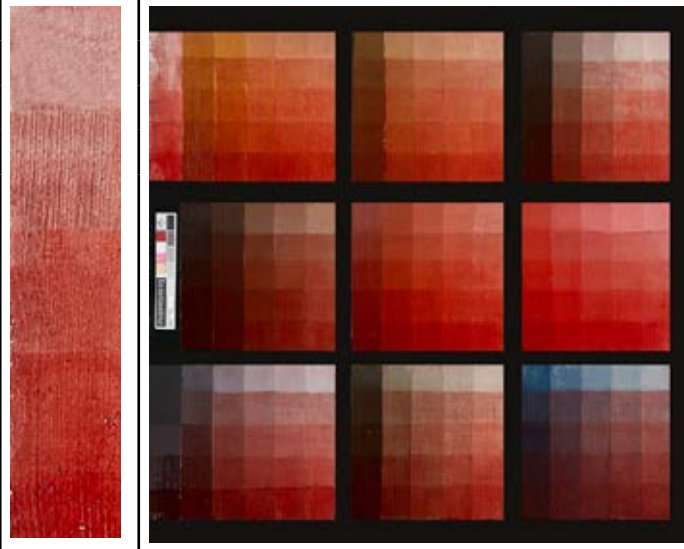
Características de la veladura realizada con Lac Dye		
5. LAC DYE		
	Poder colorante	***
	Poder cubriente	***
	Homogeneidad	***
	Partícula visible	*
	Tono rojo intenso. Máxima capacidad cubriente y colorante. Genera un film homogéneo. Partículas imperceptibles.	
*** Alto /** Medio /* Escaso		

Tabla 19. Resumen de características.

#### 6.2.2. ROJOS DE ORIGEN VEGETAL

- 6) **Rubia coral. 372051**
- 7) **Rojo oscuro. 372141**
- 8) **Rubia morada. 37218**

La rubia es otro de los colorantes más empleados a lo largo de la historia. De hecho, ya se usaba en el Antiguo Egipto, Roma y Grecia para el tinte de tejidos y para la elaboración de la laca que lleva su nombre (Mayer 2005, p. 48). El colorante se extrae de la raíz de la planta *Rubia Tinctorium L*<sup>14</sup>, siendo sus principios colorantes la alizarina, purpurina, pseudo-purpurina, xanto-purpurina y la antraquinona (Kirby 2014, p. 162). Las proporciones de alizarina y antraquinona presentes en la raíz de la planta determinan la tonalidad obtenida del tinte y condicionan la tonalidad, al igual que la distinta forma de procesarlas, (hasta la temperatura del agua influye, (Hofenk de Graaff, Roelofs y Van Bommel 2007, p. 92-139) dando lugar a tonos que van desde el rojo hasta el color morado. En las tablas se describen los resultados obtenidos tras la aplicación de las veladuras.

14. En Europa también se encuentra la *Rubia peregrina L.*, de crecimiento silvestre, y existen otras especies que se dan en la India y el Lejano Oriente (Barra y Gayo, 2018, p. 531).

Características de la veladura realizada con rubia coral		
<b>6. RUBIA CORAL</b>		
	Poder colorante	**
	Poder cubriente	**
	Homogeneidad	***
	Partícula visible	*
	<p>Tono anaranjado. Homogeneidad de la veladura, generando un film uniforme en la superficie. No posee un alto poder cubriente en las primeras capas.</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>	

Tabla 20. Resumen de características.

Características de la veladura realizada con rojo oscuro		
<b>7. ROJO OSCURO</b>		
	Poder colorante	**
	Poder cubriente	**
	Homogeneidad	**
	Partícula visible	**
	<p>Tono naranja claro. Genera una capa relativamente homogénea. Las partículas del colorante son parcialmente perceptibles.</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>	

Tabla 21. Resumen de características.

Características de la veladura realizada con rubia morada		
8. RUBIA MORADA		
	Poder colorante	***
	Poder cubriente	**
	Homogeneidad	**
	Partícula visible	***
	Tono marrón. Elevado poder de coloración. La veladura presenta una capa con una homogeneidad media en la que se observan las partículas del colorante.	
*** Alto /** Medio /* Escaso		

Tabla 22. Resumen de características.

### 6.2.3. AMARILLOS

- 9) **Reseda**
- 10) **Reseda. 36262**
- 11) **Aloe. 38010**
- 12) **Stil de grain. 37934**
- 13) **Azafrán**

Las lacas amarillas se usaban de forma abundante al mezclarlas con otros pigmentos para obtener el color verde, o para intensificar los ocre amarillos. También eran idóneos para aplicarlas como veladuras, corlas y barnices coloreados (Herrero Cortell 2019, p. 177). Como en el caso de las lacas rojas, se añadían en la elaboración del pigmento laca materiales básicos como alumbre o incluso blanco de plomo para crear un pigmento opaco. (Bomford et al. 1995, p. 39). Sufren un notable deterioro y son muy inestables a la luz, por lo que apenas son reconocibles (Herrero-Cortell 2020, p. 126).

Entre las lacas amarillas cabe destacar la reseda (también conocida como arzica o hierba gualda) que se extrae de la planta *Reseda luteola L.* Dicha planta ha sido cultivada hasta el siglo XX y ha sido especialmente apreciada para teñir la seda (Ball 2012, p. 290). Para la obtención de la laca se utiliza toda la planta, desde la flor hasta el tallo, dejándola secar en fajos. Posteriormente se desmenuza y se cuece en una solución de alumbre y cal o en una solución acuosa de alumbre de roca con sulfato cálcico, carbonato de cal o blanco de plomo (Thompson 1956, p. 188). La extensa gama de colorido que proporciona la reseda facilita la creación de abundantes tonalidades que pueden ir desde el amarillo hasta el marrón. De hecho, en las probetas se han aplicado dos variedades diferentes para comparar las distintas tonalidades que puede ofrecer este material.

Otro de los materiales empleados para la elaboración de lacas amarillas es el aloe. Para su preparación no era necesario recurrir a mordientes. Su uso estaba destinado a la adición a barnices y corlas (Merrifield 1849, p. clxiv). El aloe pertenece al género de las *Liliaceae L.*, cuyo jugo tras cortar sus hojas se deja evaporar, para posteriormente moler el residuo hasta obtener un polvo de un tono marrón amarillento que se puede emplear como pigmento (Eastaugh et al. 2008, p. 11).

En cuanto al colorante *stil de grain*, Merrifield menciona que los franceses utilizan este término para describir a la gama de pigmentos laca amarillos, que abarcan aquellos que van de color amarillo puro hasta los de tonalidad verde (Merrifield 1849, p. clxiv). Este colorante flavinoide procedente de las especies de plantas *Rhamnus L.* (Eastaugh et al. 2008, p. 359) se obtiene a partir de las bayas sin desarrollar de algunas plantas del sur de Europa. Mediante agua y soda se extrae la materia colorante que, al precipitarse sobre arcilla, ya en la antigüedad se usaba como laca amarilla (Doerner 2001, p. 56).

El último de los materiales empleados para las veladuras amarillas es el derivado del azafrán. Este colorante se obtiene de los estambres de color rojo anaranjado de la planta *Crocus sativus L.*, cuyo principio colorante es la crocetina (Eastaugh et al. 2008, p. 337). La recolección de la flor del azafrán se realiza a finales del mes de octubre y únicamente durante uno o dos días por la noche o al alba, para evitar que la luz del sol incida sobre los estigmas<sup>15</sup>. Una vez recolectadas las flores, se abren y se separa el pistilo y los estigmas, para posteriormente dejar que se sequen (Diodato 2012, p. 304-305). Su uso en la pintura también fue amplio, empleándose en la miniatura sobre papel y pergamino, además de ser especialmente recurrido en la elaboración de corlas y como ingrediente en barnices coloreados (Herrero Cortell 2019, p. 172). La elaboración del material colorante era sencilla ya que no precisaba de ningún mordiente y es soluble en agua, aunque en el manuscrito de Jehan le Begue se describen algunas recetas alternativas como mezclar el azafrán con huevo o vino (Merrifield 1849, p. 312). En las siguientes tablas se describen los resultados obtenidos.

Características de la veladura realizada con reseda		
9. RESEDA		
	Poder colorante	*
	Poder cubriente	*
	Homogeneidad	*
	Partícula visible	**
	Tono amarillo intenso. Escaso poder cubriente. Es necesario superponer varias capas de veladura para apreciar un cambio sustancial en la tonalidad. Partículas significativamente visibles y film poco homogéneo	
*** Alto /** Medio /* Escaso		

Tabla 23. Resumen de características.

15. Es el material más sensible a la luz. De hecho, Cennini dice “(...) guardati non vegga l’aria chè subito perde suo colore” (Cennini 1821, p. XLIX).


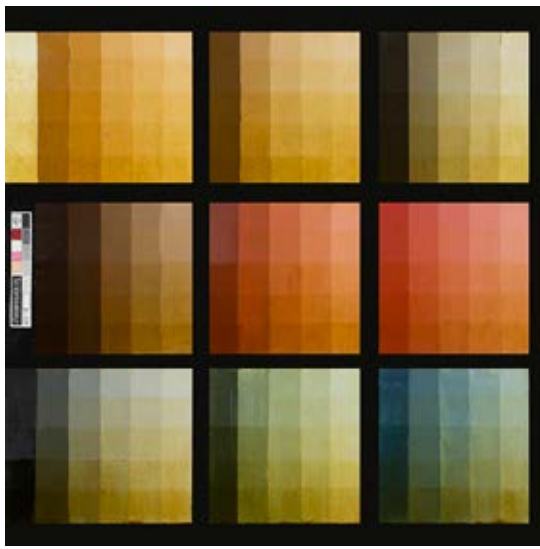
Características de la veladura realizada con reseda			
<b>10. RESEDA</b>			
		Poder colorante	*
	Poder cubriente	*	
	Homogeneidad	**	
	Partícula visible	*	
	<p>Tono amarillo oscuro. Medio poder cubriente. La capa de veladura es relativamente homogénea.</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>		

Tabla 24. Resumen de características.


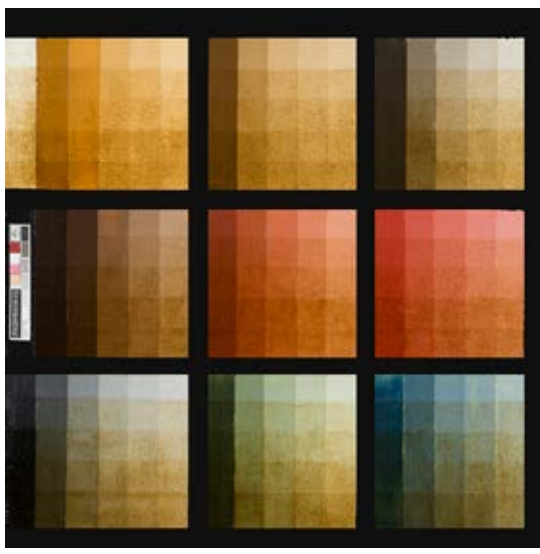
Características de la veladura realizada con aloe			
<b>11. ALOE</b>			
		Poder colorante	**
	Poder cubriente	**	
	Homogeneidad	*	
	Partícula visible	***	
	<p>Tono marrón. Poder de coloración medio. Poder cubriente medio bajo. Son necesarias varias capas de veladura para generar cambios en la tonalidad subyacente. Aplicación de la veladura muy heterogénea</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>		

Tabla 25. Resumen de características.


Características de la veladura realizada con <i>stil de grain</i>		
<b>12. STIL DE GRAIN</b>		
	Poder colorante	**
	Poder cubriente	**
	Homogeneidad	**
	Partícula visible	***
	<p>Tono amarillo marrón. Poder de coloración medio. Poca homogeneidad en la aplicación de la veladura. No genera una capa uniforme.                      La presencia de las partículas del colorante son perceptibles visualmente</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>	

Tabla 26. Resumen de características.

Características de la veladura realizada con azafrán		
<b>13. AZAFRÁN</b>		
	Poder colorante	*
	Poder cubriente	*
	Homogeneidad	*
	Partícula visible	***
	<p>Tono naranja intenso. No genera una capa uniforme y homogénea. El poder cubriente de la laca es escaso, no apreciándose hasta la aplicación de la última capa</p> <p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>	

Tabla 27. Resumen de características.

6.2.4. AZULES

- 14) **Índigo. 36002**
- 15) **Índigo con sepiolita**
- 16) **Azul pastel**

El colorante índigo ha sido usado desde la antigüedad y como complemento de los pigmentos azurita y azul de ultramar desde el siglo XV en Europa (Doerner 2001, p. 72). El principio colorante de del índigo se extrae de las hojas de la *Indigofera L.*, a través de su fermentación e hidrólisis, obteniendo indoxilo, que, oxidándose en contacto con el aire, se produce la indigotina, principal constituyente del índigo. La planta *Indigofera L.*, era abundante en la India, sin embargo, el azul pastel o glasto, cuyo uso fue más extendido en Europa, procede de la planta *Isatis tinctoria L.*, y por lo tanto más empleado (Moya, Sancho y Roja 2010, p. 60). También se ha empleado el índigo combinado con blanco de plomo para reducir la saturación del azul o se ha fijado con cargas como cal, o arcillas blancas para crear pigmentos con más cuerpo. La elaboración del colorante índigo o pastel consistía en triturar las hojas de la planta hasta obtener una pasta uniforme. Posteriormente se añadía al líquido resultante un álcali (cal apagada, amoníaco e incluso orina fermentada). Tras su fermentación, se amasaba y dejaba secar (Herrero Cortell 2019, p. 211). En las tablas se describen los aspectos y particularidades observadas durante la aplicación de estas veladuras.

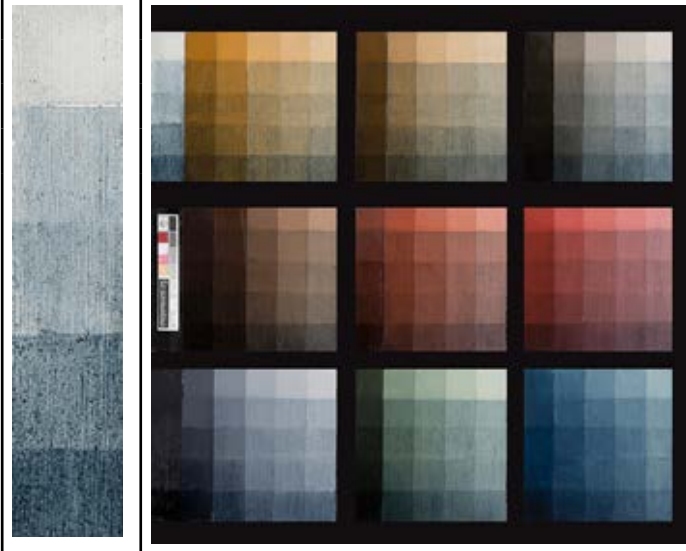
Características de la veladura realizada con índigo		
<b>14. ÍNDIGO</b>		
	Poder colorante	***
	Poder cubriente	***
	Homogeneidad	**
	Partícula visible	**
	Tono azul oscuro. Elevado poder cubriente y de coloración. Se genera un film relativamente homogéneo. Se aprecian moderadamente las partículas del colorante	
*** Alto /** Medio /* Escaso		

Tabla 28. Resumen de características.



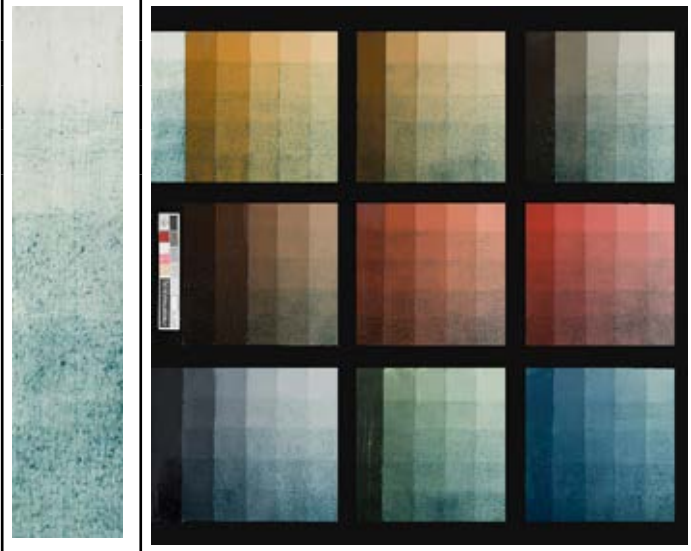
Características de la veladura realizada con índigo + sepiolita		
<b>15. ÍNDIGO + SEPIOLITA</b>		
	Poder colorante	*
	Poder cubriente	*
	Homogeneidad	*
	Partícula visible	***
	Tono azul claro. Escaso poder cubriente. Poca homogeneidad de la capa de veladura. Partículas del colorante identificables a simple vista	
*** Alto /** Medio /* Escaso		

Tabla 29. Resumen de características.

Características de la veladura realizada con azul pastel		
<b>16. AZUL PASTEL</b>		
	Poder colorante	**
	Poder cubriente	**
	Homogeneidad	*
	Partícula visible	***
	Tono azul parduzco. Genera un film heterogéneo y poco uniforme siendo perceptibles las partículas del colorante.	
*** Alto /** Medio /* Escaso		

Tabla 30. Resumen de características.

6.2.5. VERDES

**17) Verde *Vessie* (Verde vejiga)**

Las lacas verdes no han sido las más habituales en la pintura, ya que este tono podía obtenerse mediante la mezcla de colorantes azules y amarillos. De Mayerne menciona, de hecho, la elaboración de colores verdes con lacas amarillas y azules (Eastlake 1847, p. 458). También se encuentran numerosas recetas acerca de la elaboración de lacas verdes mediante la mezcla de amarillos y azules en el *Manoscritto Bolognese (De fiendis viridibus)* (Merrifield 1849, [s. XV] p. 422). El hecho de que las tierras verdes en el óleo ya eran de por sí translúcidas y que el cardenillo también poseía características que permitían jugar con la transparencia del mismo, justifican la escasa popularidad de las lacas verdes en la paleta de los pintores (Herrero Cortell 2019, p. 232). Este pigmento laca se obtiene a partir de las bayas del espino cervino de la especie *Rhamnus L.*. Dichas bayas se exprimían dando lugar a un líquido negro que se sometía a evaporación. Posteriormente, se le añadía alumbre disuelto en agua sin dejar de calentarlo hasta conseguir una especie de melaza. Por último, el líquido se introducía en vejigas de cerdo o ternera (de ahí el nombre verde vejiga) y se colgaba en una chimenea hasta que endureciese la mezcla (Eastaugh et al. 2008, p. 390). En la tabla se recogen las características de la veladura aplicada sobre la probeta.



Características de la veladura realizada con verde <i>vessie</i>			
17. VERDE VESSIE			
		Poder colorante	**
		Poder cubriente	*
		Homogeneidad	*
		Partícula visible	***
		Poder colorante medio, con poca facilidad para veladura extensiva, poca homogeneidad de la veladura	
*** Alto /** Medio /* Escaso			

Tabla 31. Resumen de características.

6.2.6. NEGROS

**18) *Atramentum***

**19) *Sepia***

No existe consenso a la hora de determinar la composición del *atramentum* ya que las fuentes bibliográficas consultadas ofrecen información en ocasiones contradictorias (Zalbidea, 2014, p. 51). Merrifield enumera cuatro entornos en los que se usa el término: el negro procedente del hollín tras la quema de carbón, la tinta negra usada para la escritura, el hollín que se obtiene tras quemar madera y mezclarla con sal y, por último, un tinte negro tras hervir aceite y virutas de hierro (Eastaugh et al. 2008, p. 34). En la ficha informativa de Kremer Pigmente (Ver ficha Anexo I) consta que dicho material procede de los taninos que contienen las agallas del roble, las cuales se producen por la picadura de una avispa que deja sus huevos en el árbol.

Por otra parte, la sepia se obtiene a partir de las bolsas de tinta de algunos cefalópodos. De un color marrón muy oscuro y semitransparente, se ha empleado principalmente para la técnica de la acuarela o como tinta (Mayer 2005, p. 59). La sepia contiene melanina, responsable del color negro de la tinta. Tiene un gran poder colorante y es válida para trabajarla tanto en medios acuosos como en óleos, aunque en la técnica de la acuarela permite realizar multitud de matices y tonos (Terry 1893, p. 38).

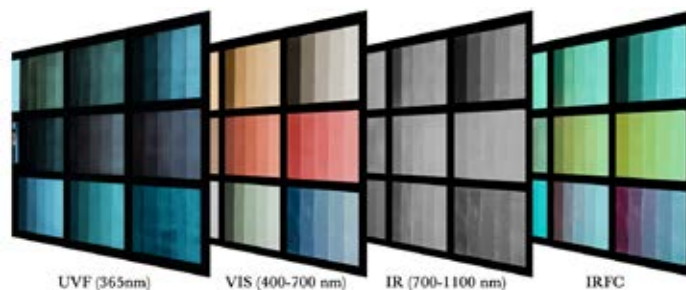
Características de la veladura realizada con <i>atramentum</i>		
18. <i>ATRAMENTUM</i>		
	Poder colorante	***
	Poder cubriente	***
	Homogeneidad	***
	Partícula visible	*
	Alto poder de coloración. Capa muy homogénea, creando un film uniforme. Ausencia de partículas visibles	
*** Alto /** Medio /* Escaso		

Tabla 32. Resumen de características.

Características de la veladura realizada con sepia		
19. SEPIA		
	Poder colorante	***
	Poder cubriente	***
	Homogeneidad	***
	Partícula visible	*
	<p>Elevado poder cubriente y de coloración. Film muy homogéneo. No se aprecia visualmente la presencia de partículas.</p>	
<p>*** Alto /** Medio /* Escaso</p>		

Tabla 33. Resumen de características.

## 7. RESULTADOS DE MULTIBAND: COMPORTAMIENTO ESPECTRAL DE LAS VELADURAS EN EL DIFERENTES BANDAS DEL ESPECTRO



Representación gráfica de las imágenes en diferentes puntos de longitud de onda del espectro electromagnético, que componen la técnica *multiband*.

El uso de técnicas no invasivas en el estudio del patrimonio ha ido aumentando en las últimas décadas. El análisis *multiband* consiste en la realización de una serie de fotografías en el espectro visible (VIS), y en el espectro invisible (UVR, UVF, IR, IRR, IRF, IRFC). Estas imágenes se obtienen utilizando una cámara digital *full spectrum* que ofrece la posibilidad de trabajar tanto en el rango IR (700-1100 nm) como en el UV (400-365 nm) (Artoni et al. 2019, p. 3). A esta cámara se le añaden distintos filtros e iluminaciones para discriminar las distintas radiaciones en función del tipo de fotografía que se va a realizar. Las 19 probetas han sido fotografiadas a en el espectro visible (VIS), infrarrojo (IR, IRFC), y visible mediante excitación ultravioleta (UVF). La fotografía en el espectro visible (VIS) es el primer paso para comenzar el estudio de los materiales que componen una obra. Mediante la fotografía visible se identifican los tonos y matices, así como las pinceladas o estado de conservación superficial de la obra. Se trata de la obtención de imágenes que abarca desde los 400 a los 700 nm.

La fotografía infrarroja para estudiar la transparencia de los pigmentos comenzó a emplearse en la década de 1930, alcanzando los 900 nm. Sin embargo, no fue hasta 1960 cuando J. van Asperen de Boer que las cámaras Vidicon podían alcanzar los 2200 nm, siendo el mejor detector de infrarrojos para el estudio de obras de arte. Posteriormente se desarrollaron las cámaras InGaAs cuya sensibilidad abarcaba hasta los 1700 nm. Sin embargo, el uso de la fotografía digital, que cubre el rango hasta los 1100 nm, es una alternativa asequible para realizar fotografías en el espectro IR (Cosentino 2016, p. 1).

La fluorescencia visible inducida por UV es un fenómeno mediante el cual algunos materiales tienen la propiedad de transformar la luz UV (300-400 nm) en una radiación visible, provocando una fluorescencia visible excitada por la luz UV (Espinosa y Rivas 2011, p. 29). En el campo de la conservación y restauración, la UVF se emplea para la identificación y caracterización de barnices y pigmentos, ya que algunos de estos materiales irradian una luminiscencia específica (Fuster-López, Stols-Witlox y Picollo 2020, p. 39).

El infrarrojo de falso color (IRFC) es una imagen post-producida en la que se combinan las imágenes proporcionadas por la fotografía infrarroja y la visible (Herrero-Cortell et al. 2018, p. 6). Mediante este método se pueden discernir y registrar de forma preliminar en algunos casos, la presencia de pigmentos (Poldi y Villa 2006, p. 127). Las imágenes de falso color han sido realizadas mediante el programa de edición *Adobe Photoshop®*, al que se le han añadido los *presets* específicos para ello. A continuación, se detallan los resultados obtenidos

**TABLA DE CONTROL**



Figura 33. Fotografía VIS de la tabla de control.

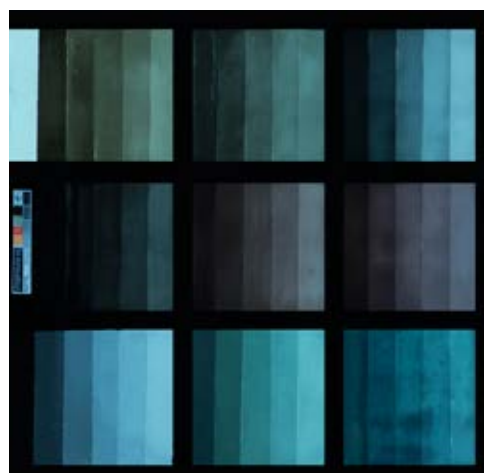


Figura 34. Fotografía UVF de la tabla de control.

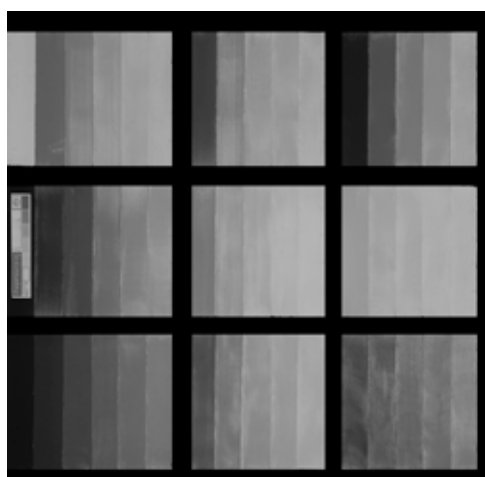


Figura 35. Fotografía IR de la tabla de control.

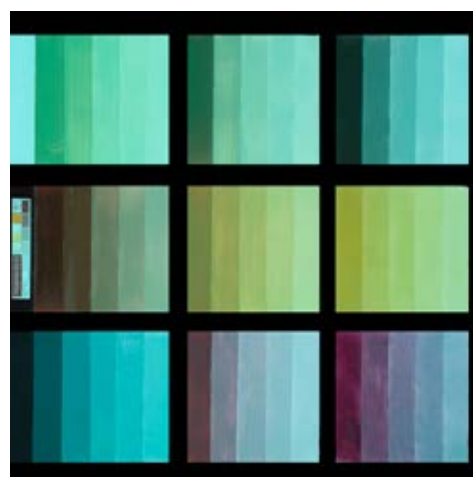


Figura 36. Fotografía IRFC de la tabla de control.

**VIS.** En la tabla de control figuran los pigmentos basales con sus distintas gradaciones de saturación sin ninguna veladura aplicada. Esta tabla ha servido para cotejar los resultados de las diferentes técnicas *multiband* con el resto de las tablas en las que se han aplicado las veladuras (Fig. 33).

**UVF.** Los pigmentos bermellón, ocre, siena natural, sombra natural y sombra tostada, no emiten fluorescencia (Cosentino 2015a, p. 292). Sin embargo, cuando estos pigmentos han sido mezclados con blanco de plomo que ofrece una intensa fluorescencia (Keats 2019, p. 39), pasan a emitir fluorescencia, visualizándose un cambio en su luminiscencia. En el pigmento verde tierra se observa, en cambio, cierta fluorescencia, y muy ligeramente en el caso de la azurita (Fig. 34).

**IR.** A través de la radiación IR se observa como el blanco de plomo adquiere una tonalidad gris clara mientras que los pigmentos ocres, siena natural, sombra natural, sombra tostada y el negro vid adquieren un matiz más oscuro que se va aclarando en presencia del blanco de plomo. La respuesta del bermellón también es de una tonalidad clara (Artoni et al. 2019, p. 5). No se observa contraste entre los diversos matices como se ha podido apreciar en el espectro visible. Este fenómeno también se observa en el caso de la azurita, cuyo pigmento puro adquiere una tonalidad gris oscura (Herrero-Cortell, Raich y Artoni 2020, p. 83) (Fig. 35).

**IRFC.** En el IRFC, los pigmentos ocre y siena natural adquieren un tono verdoso característico de estas tierras, mientras que el sombra natural vira a un tono azulado. En el sombra tostada no hay apenas variación con respecto a la fotografía visible. En los pigmentos rojos, el cambio es sustancial, virando hacia un amarillo intenso en el caso del bermellón y un amarillo-ocre en el rojo de óxido férrico. Las escalas del negro de vid muestran un color gris azulado. El pigmento tierra verde adquiere un tono marrón violáceo. La azurita se muestra de un tono violáceo intenso (Fig. 36). Estas apreciaciones están en concordancia con las observadas por otros autores (Artoni et al. 2019), (Cosentino 2014), (Herrero-Cortell et al. 2018, p. 11).

**TABLA 1. CARMÍN NACARADO**



Figura 37. Fotografía VIS de la Tabla 1.

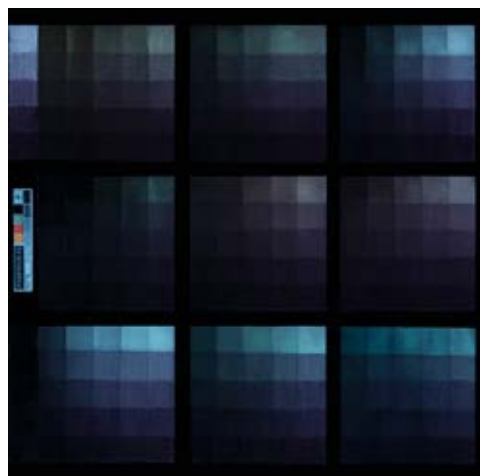


Figura 38. Fotografía UVF de la Tabla 1.

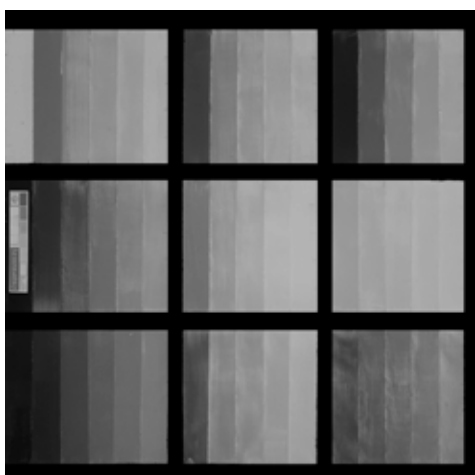


Figura 39. Fotografía IR de la Tabla 1.

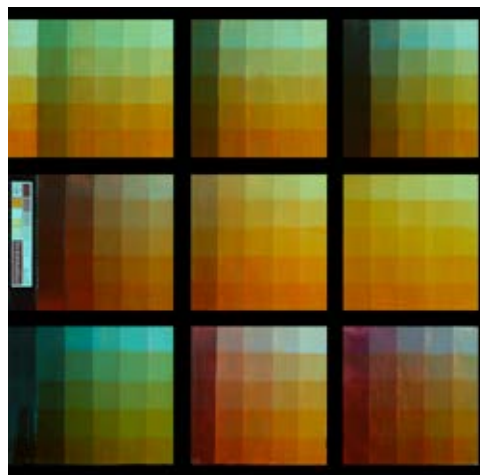


Figura 40. Fotografía IRFC de la Tabla 1.

**VIS.** Se observa un intenso color carmín que cubre de forma homogénea los tonos basales. La saturación de éste aumenta exponencialmente en la medida que se acumulan capas de veladura. Así como hay pigmentos cuya saturación no varía sustancialmente al aplicar capas de veladura, en el caso del carmín nacarado el cambio es muy notable (Fig. 37).

**UVF.** En el UVF, esta laca se muestra muy absorbente y no presenta luminiscencia. De hecho, las sucesivas capas de veladura reducen la fluorescencia del blanco de plomo. Sólo la tierra sombra natural y en el negro emiten una leve fluorescencia (Fig. 38).

**IR.** La mayoría de las lacas y colorantes se caracterizan por tener una escasa respuesta en el rango infrarrojo (Cosentino 2014, p. 9). En el caso del carmín nacarado, las sucesivas aplicaciones de esta laca no ofrecen ninguna respuesta en el rango IR y se comportan como un material transparente que deja únicamente percibir los tonos basales que subyacen a la veladura (Fig. 39).

**IRFC.** A diferencia de lo sucedido con el IR, el carmín nacarado tiene una respuesta significativa en el IRFC. De hecho, se comporta como un naranja intenso cuando se superpone sobre el blanco (Poldi y Villa 2006, p. 131); (Cosentino 2014, p. 9), que varía de tonalidad dependiendo del color basal subyacente. Esta diferencia entre el IRFC y el IR se debe a que el primero, al tratarse de una imagen híbrida que combina el rango visible con el infrarrojo, permite la observación de los estratos. En el caso del carmín nacarado, el IRFC permite ver con mayor claridad la diferencia entre las sucesivas capas de veladura (Fig. 40).

**TABLA 2. COCHINILLA + CARBONATO DE SOSA**



Figura 41. Fotografía VIS de la Tabla 2.

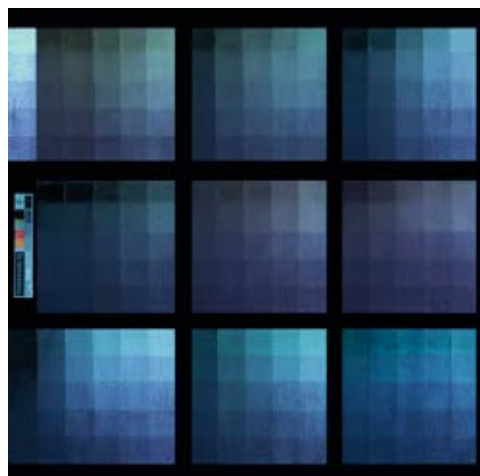


Figura 42. Fotografía UVF de la Tabla 2.

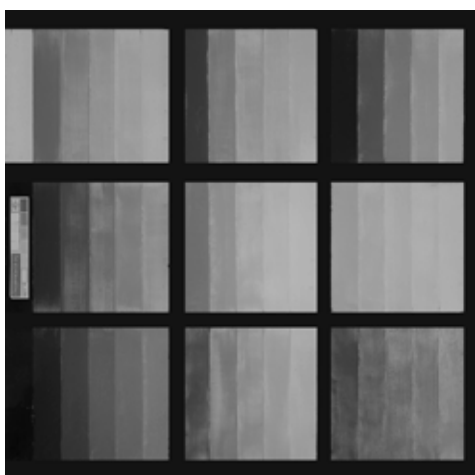


Figura 43. Fotografía IR de la Tabla 2.

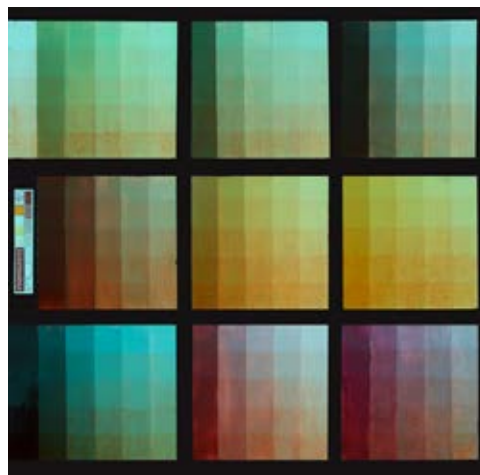


Figura 44. Fotografía IRFC de la Tabla 2.

**VIS.** Esta laca no presenta una superficie homogénea, sino que se aprecian las partículas del colorante. Es probable que se emplease para veladuras puntuales, más que para baños, debido a su escaso poder cubriente y su falta de homogeneidad (Fig. 41). La concentración de pigmento añadido (que en todos los casos ha sido estableciendo una proporción por peso) ha podido influir en el resultado.

**UVF.** De nuevo, esta laca no presenta una fluorescencia significativa en el UVF. Cualquier atisbo de luminiscencia es siempre producido por la respuesta frente al UVF del blanco de plomo. A diferencia de la fotografía con luz visible, en la que se aprecia el escaso poder cubriente de la laca, la imagen que ofrece la radiación UVF, muestra como una mínima cantidad de este pigmento laca es suficiente para amortiguar la fluorescencia del blanco de plomo (Fig. 42).

**IR.** Como ya se ha matizado, la escasa respuesta que las lacas tienen en el rango IR se pone de nuevo de manifiesto. La radiación infrarroja no aporta ningún cambio significativo sobre las escalas tonales (Fig. 43).

**IRFC.** En el IRFC, esta laca muestra una leve coloración anaranjada, que puede intensificarse en función de su concentración. Se comporta de forma parecida al carmín nacarado en cuanto a su cromatismo, pero sin formar un film homogéneo y cubriente. En las veladuras aplicadas sobre los pigmentos puros apenas es perceptible su presencia (Fig. 44).



**TABLA 3. COCHINILLA + ALUMBRE + CARBONATO DE SOSA**



Figura 45. Fotografía VIS de la Tabla 3.

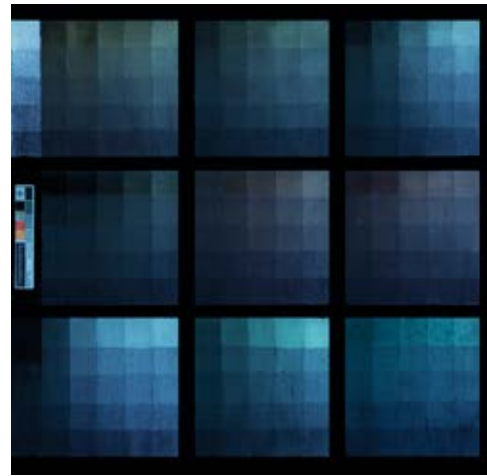


Figura 46. Fotografía UVF de la Tabla 3.

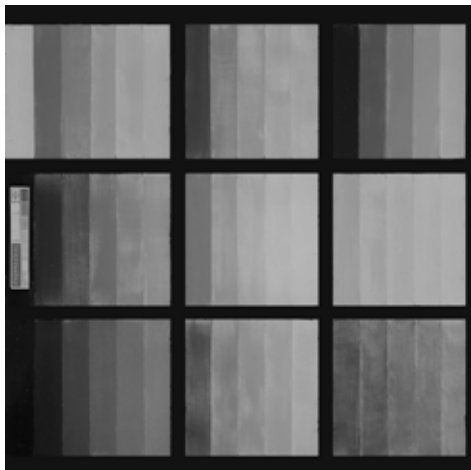


Figura 47. Fotografía IR de la Tabla 3.

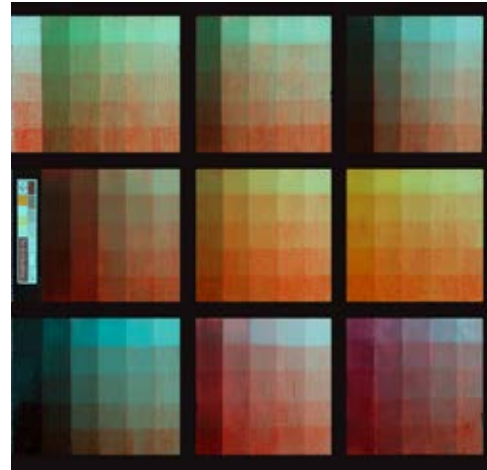


Figura 48. Fotografía IRFC de la Tabla 3.

**VIS.** A diferencia de los anteriores casos de coloración más rojiza, este carmín preparado con alumbre y carbonato de sosa devuelve una coloración de tono violáceo intenso. Su comportamiento como laca es muy similar al descrito en la Tabla 2, no presentando una superficie homogénea, variando en función de su intensidad y su aplicación. Como en el caso anterior, su poco poder cubriente y falta de homogeneidad de la superficie, hace suponer que este tipo de pigmentos lacas no se usase de forma extensiva sino para veladuras puntuales (Fig. 45).

**UVF.** De nuevo se observa que esta laca en el UVF emite escasa fluorescencia. Si se compara con las lacas anteriores, se observa que en este caso hay una mayor absorbancia que en la tabla 2. Sin embargo, sí que emite alguna respuesta frente a la nula fluorescencia de la Tabla 1 (Fig. 46).

**IR.** En este caso el comportamiento vuelve a ser el mismo que el observado en las Tablas 1 y 2 (Fig. 47). No se observa ningún cambio sobre las escalas tonales de las veladuras.

**IRFC.** En este caso, el IRFC devuelve un tono más rojizo intenso que en casos anteriores. La adición del mordiente puede haber sido la causa de este cambio de tonalidad (Fig. 48).

**TABLA 4. COCHINILLA + ALUMBRE + BICARBONATO DE SODIO**



Figura 49. Fotografía VIS de la Tabla 4.

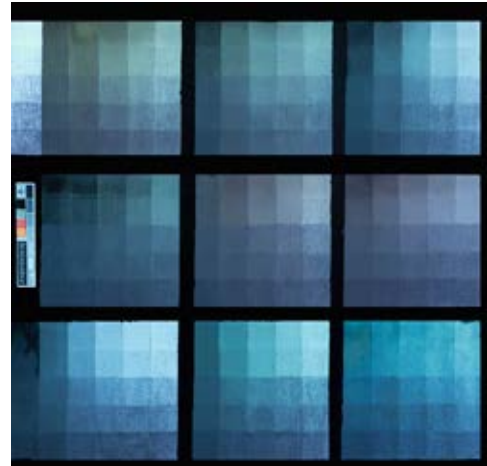


Figura 50. Fotografía UVF de la Tabla 4.

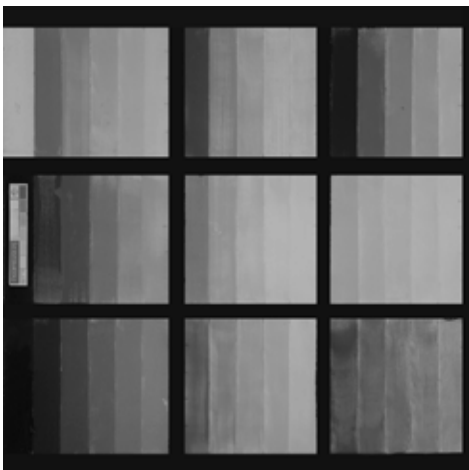


Figura 51. Fotografía IR de la Tabla 4.

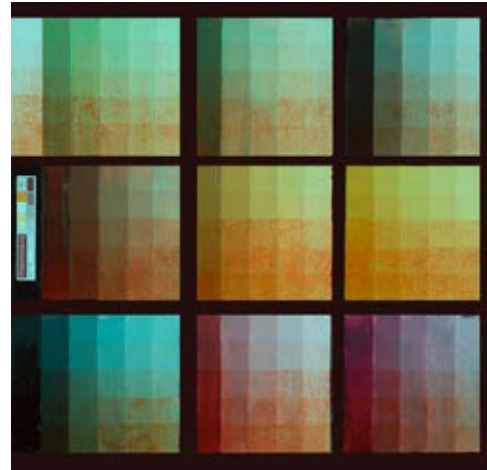


Figura 52. Fotografía IRFC de la Tabla 4.

**VIS.** La tonalidad obtenida mediante la aplicación de esta laca es muy semejante a la Tabla 3, adquiriendo un tono más rojizo. El comportamiento de la misma también es muy similar: capa poco homogénea y con un relativo poder cubriente, teniendo en cuenta la proporción de colorante añadido a la mezcla (Fig. 49).

**UVF.** En este caso se observa cierta fluorescencia azulada, superior a la observada en las anteriores tablas. Esto se podría deber a la diferente naturaleza de los mordientes utilizados (Fig. 50).

**IR.** Se vuelve a constatar la escasa respuesta que ofrecen las lacas y colorante frente a la radiación infrarroja. No se observa ninguna respuesta significativa de las capas de veladura (Fig. 51)

**IRFC.** Esta laca devuelve un tono más anaranjado que en la Tabla 3, asemejándose más al resultado obtenido en la Tabla 2 (Fig. 52).

**TABLA 5. LAC DYE**

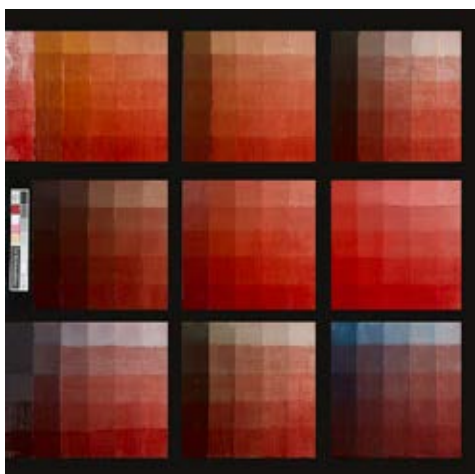


Figura 53. Fotografía VIS de la Tabla 5.



Figura 54. Fotografía UVF de la Tabla 5.

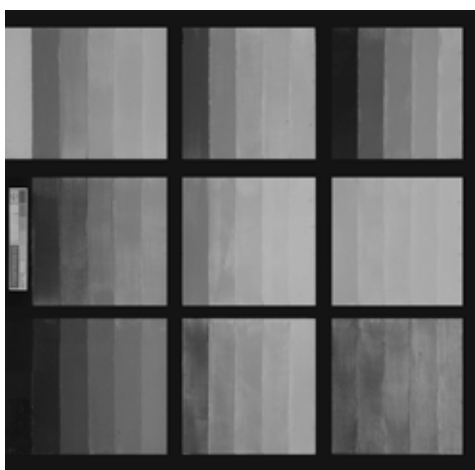


Figura 55. Fotografía IR de la Tabla 5.

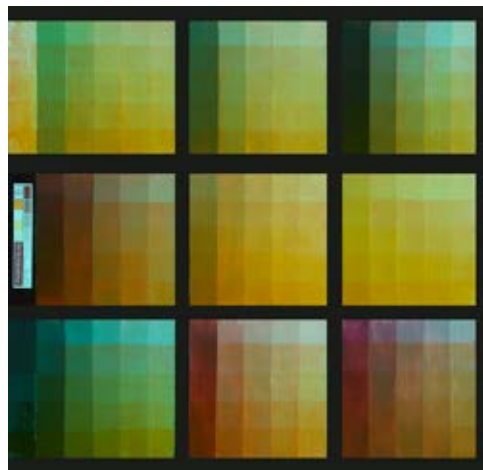


Figura 56. Fotografía IRFC de la Tabla 5.

**VIS.** Este pigmento laca de tonalidad rojo intenso se comporta de forma análoga al carmín nacarado, generando una capa muy homogénea. De hecho, este pigmento laca ha sido ampliamente utilizado a lo largo de la historia para generar veladuras extensivas de color rojizo (Herrero-Cortell et al. 2020, p. 130); (Ball 2012, p. 291-192). Cennini aconseja emplear esta laca de entre las demás (Cennini 1988, [s. XIV] p. 73). Se observa el poder de coloración de esta laca que, superpuesta sobre pigmentos como la azurita, cubren completamente el tono de este último (Fig. 53).

**UVF.** El lac dye no muestra ninguna fluorescencia en el rango UVF, en la que se observa en toda la superficie un tono rojizo casi negro, como ya han observado algunos autores (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2015a, p. 292). Al tratarse de una laca con mucho poder cubriente, también se observa esta característica que se manifiesta al interactuar sobre la luminiscencia que pueda tener el color basal Únicamente emite cierta fluorescencia en las zonas donde la laca ha sido retirada y subyace la luminiscencia del blanco de plomo (Fig. 54).

**IR.** Como casos anteriores, el lac dye no responde de forma alguna frente al infrarrojo. Nuevamente se vuelve a constatar la transparencia generalizada de las lacas y colorantes en el rango infrarrojo indicadas por otros autores (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 55).

**IRFC.** En el IRFC, esta laca devuelve un tono amarillo anaranjado intenso, muy similar al carmín nacarado pero cuyo contraste entre las distintas capas de veladura es menor (Artoni et al. 2019, p. 6). Se observa como en el IRFC las tonalidades de esta laca se asemejan al bermellón (Fig. 56).

**TABLA 6. RUBIA CORAL**



Figura 57. Fotografía VIS de la Tabla 6.

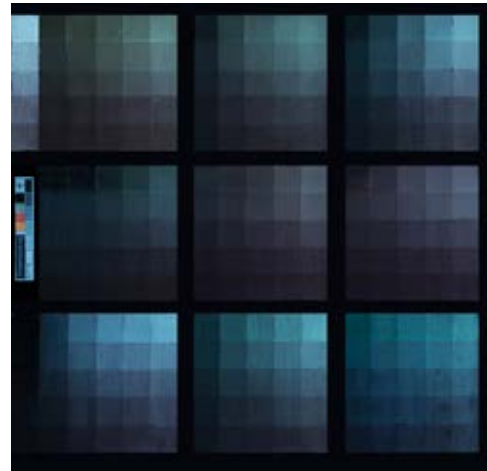


Figura 58. Fotografía UVF de la Tabla 6.

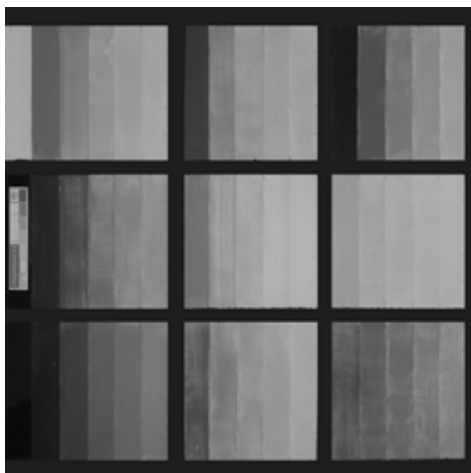


Figura 59. Fotografía IR de la Tabla 6.

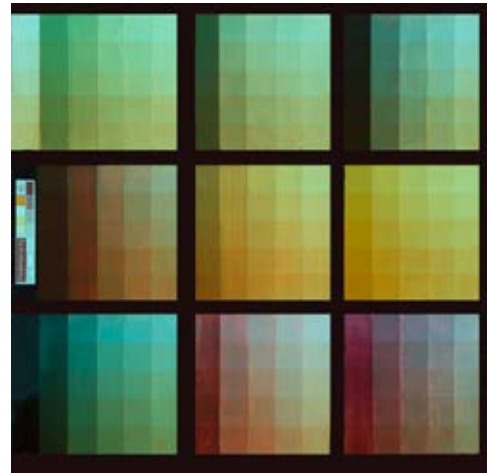


Figura 60. Fotografía IRFC de la Tabla 6.

**VIS.** La aplicación de esta laca ha sido muy común desde la Edad Media (Kroustallis 2011, p. 784). Posee un poder colorante y cubriente menor que el lac dye, devolviendo un tono naranja asalmonado. La homogeneidad de esta laca en la superficie justifica su uso como veladuras extensivas (Fig. 57).

**UVF.** Característicamente, la laca de rubia emite una fluorescencia de color naranja intenso (Artoni et al. 2019, p. 6); (De la Rie 1982, p. 3); (Cosentino 2014, p. 9). Sin embargo, en esta muestra no se observa ninguna fluorescencia (Fig. 58).

**IR.** De nuevo, esta laca, como en el caso de las anteriores, no ofrece respuesta alguna en el rango infrarrojo comportándose como un material transparente (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 59).

**IRFC.** En el IRFC, esta laca se comporta como un naranja pálido (Poldi y Villa 2006, p. 127), muy similar al tono obtenido en la Tabla 2 de cochinilla y carbonato de sosa. Aun así, se observa que la rubia forma un film más homogéneo. Al tratarse de una laca menos cubriente que el lac dye, las escalas tonales de las veladuras son menos evidentes (Fig. 60).

**TABLA 7. ROJO OSCURO**



Figura 61. Fotografía VIS de la Tabla 7.

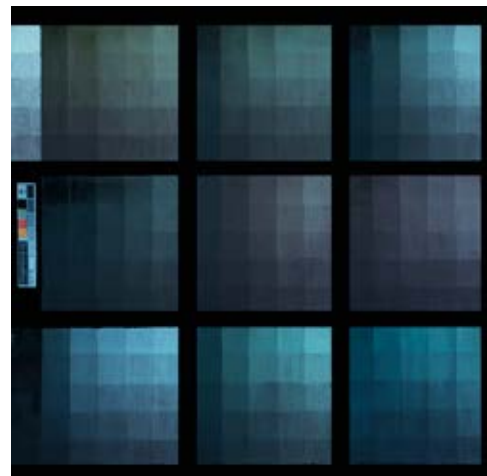


Figura 62. Fotografía UVF de la Tabla 7.

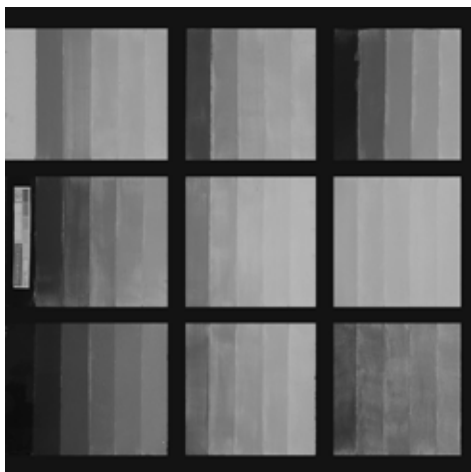


Figura 63. Fotografía IR de la Tabla 7.

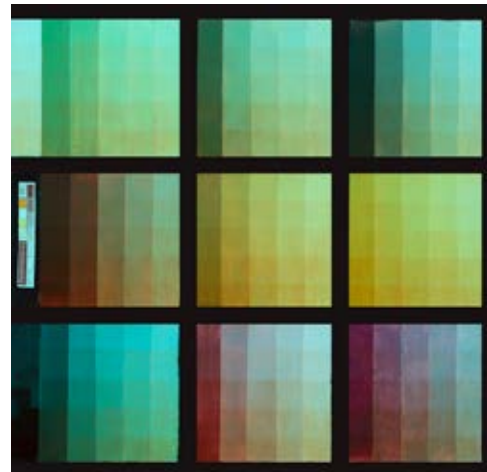


Figura 64. Fotografía IRFC de la Tabla 7.

**VIS.** Como en el caso de la rubia, el tono de esta laca es de una tonalidad muy similar, pero poco uniforme y con poco poder cubriente por lo que es posible que se añadiese como veladuras localizadas y no de forma extensiva (Fig. 61).

**UVF.** A pesar de emitir más fluorescencia que la rubia coral, esta laca debería comportarse ofreciendo la misma luminiscencia que las lacas de esta naturaleza, es decir, de un color naranja intenso (Artoni et al. 2019, p. 6); (De la Rie 1982, p. 3); (Cosentino 2014, p. 9). Se muestra como un film grisáceo que solapa la fluorescencia de los tonos subyacentes, sobre todo en las capas donde se han aplicado más capas de veladura (Fig. 62).

**IR.** Siguiendo el patrón marcado en las tablas anteriores, se constata de nuevo la nula respuesta que ofrece esta laca frente a la radiación IR (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 63).

**IRFC.** En el IRFC, esta laca adquiere una tonalidad naranja pálido, muy parecida a la rubia coral (Poldi y Villa 2006, p. 127), que, al ser muy poco cubriente, en el IRFC es escasamente perceptible y evidencia el poco contraste entre las escalas tonales de las veladuras (Fig. 64).

**TABLA 8. RUBIA MORADA**



Figura 65. Fotografía VIS de la Tabla 8.

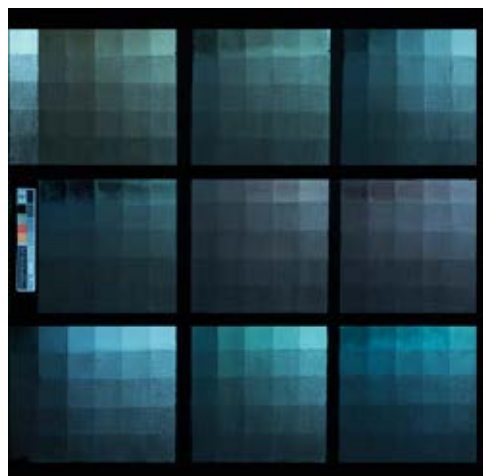


Figura 66. Fotografía UVF de la Tabla 8.

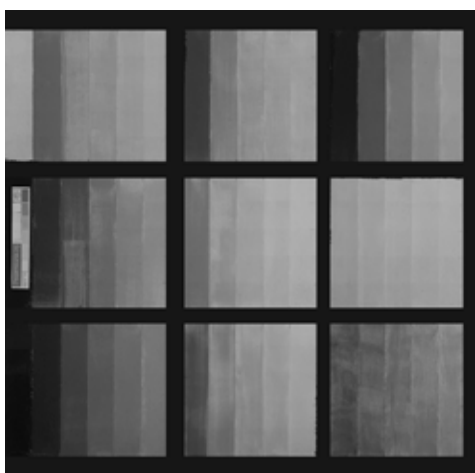


Figura 67. Fotografía IR de la Tabla 8.

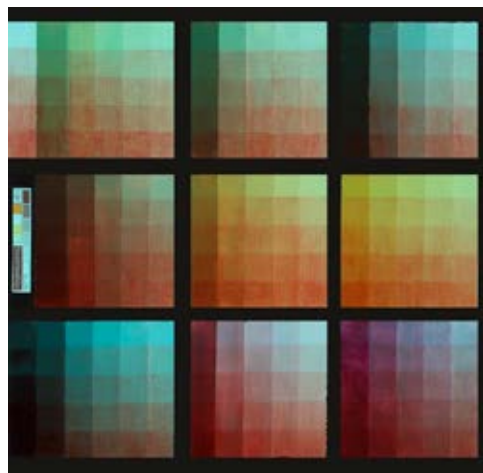


Figura 68. Fotografía IRFC de la Tabla 8.

**VIS.** La tonalidad de esta rubia es de un tono morado parduzco. Crea una capa poco homogénea e irregular por lo que es posible que otras lacas cuya tonalidad es muy similar, como el *atramentum*, cuya capa resultante es más uniforme, se utilizasen para generar este tipo de veladuras (Fig. 65).

**UVF.** Al pertenecer a la misma familia de la rubia, también debería ofrecer una fluorescencia naranja (Artoni et al. 2019, p. 6); (De la Rie 1982, p. 3); (Cosentino 2014, p. 9). Sin embargo, se vuelve a comportar de la misma forma que la rubia coral y el rojo oscuro. Se observa, además, que en las últimas capas de veladura, esta laca impide detectar las diferentes gradaciones del color basal comportándose como una masa plana, aspecto que no sucede en la fotografía visible (Fig. 66).

**IR.** De nuevo, se observa el mismo resultado que en las tablas anteriores en el espectro IR. Las veladuras de esta laca dejan pasar la radiación IR comportándose como un elemento totalmente transparente. (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 67).

**IRFC.** En el IRFC, esta laca adquiere una tonalidad rojo intenso, muy similar la Tabla 3 de cochinilla, alumbre y carbonato de sosa. Se observa tanto en el VIS como en el IRFC, el escaso poder cubriente y la irregularidad de la capa de veladura, generando un film poco homogéneo (Fig. 68).

**TABLA 9. RESEDA**



Figura 69. Fotografía VIS de la Tabla 9.

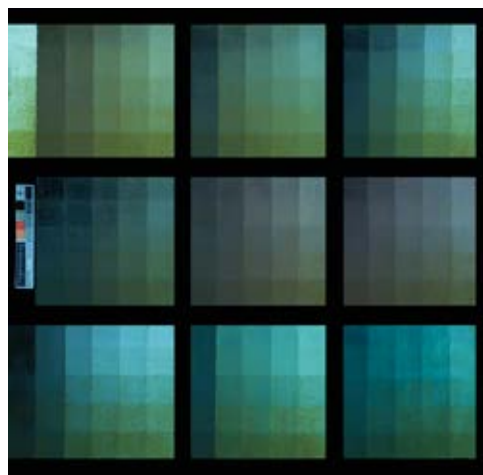


Figura 70. Fotografía UVF de la Tabla 9.

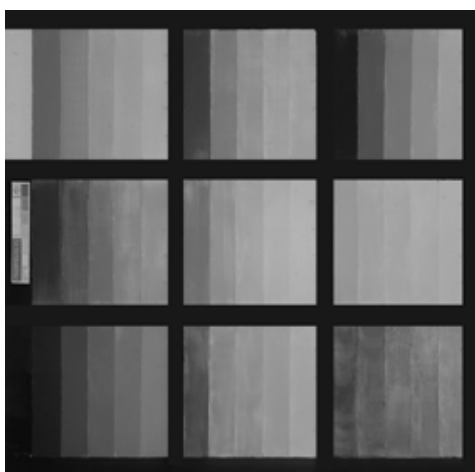


Figura 71. Fotografía IR de la Tabla 9.

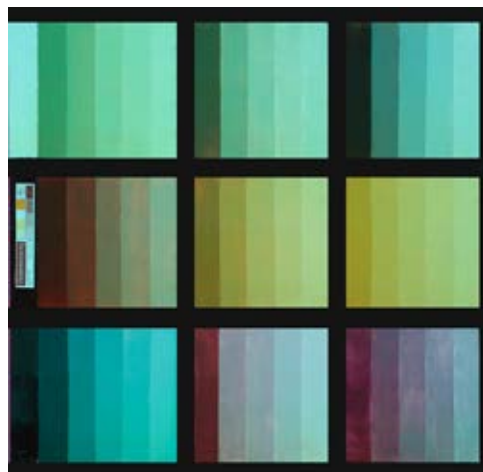


Figura 72. Fotografía IRFC de la Tabla 9.

**VIS.** La reseda es un pigmento laca de color amarillo ampliamente utilizado. Permite realizar veladuras muy homogéneas. Se trata de un pigmento laca que muy uniforme y transparente (Herrero-Cortell, Raïch y Artoni 2020, p. 82); (Artoni et al. 2019, p. 5) por lo que carece de opacidad, aun añadiendo más proporción del colorante o incluso superponiendo capas (Fig. 69).

**UVF.** La reseda emite una fluorescencia de tonalidad amarilla característica de esta laca ya descrita por otros autores (Cosentino 2014, p. 10); (Artoni et al. 2019, p. 5); (De la Rie 1982, p. 3). Esta fluorescencia no interfiere con la fluorescencia del blanco de plomo (Fig. 70).

**IR.** Nuevamente se produce el mismo resultado que en las tablas anteriores. Las veladuras de esta laca dejan pasar la radiación IR comportándose como un material totalmente transparente. (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 71).

**IRFC.** En el IRFC, la reseda resulta imperceptible (Artoni et al. 2019, p. 5). A la vista de este resultado, esta técnica no resulta muy efectiva a la hora de identificar este pigmento laca (Fig. 72).

**TABLA 10. RESEDA**

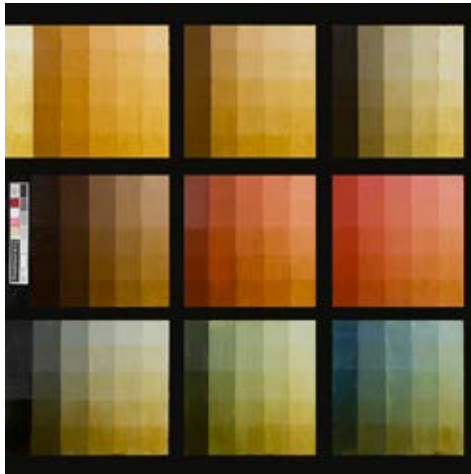


Figura 73. Fotografía VIS de la Tabla 10.

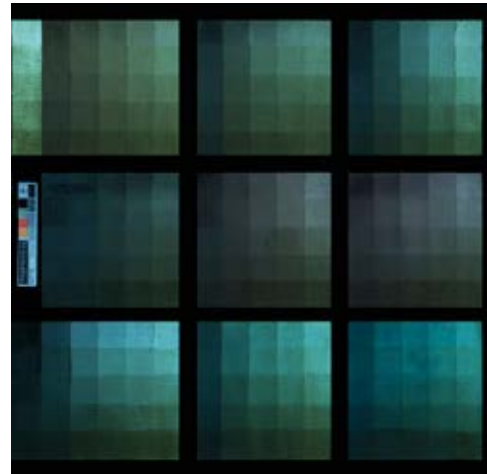


Figura 74. Fotografía UVF de la Tabla 10.

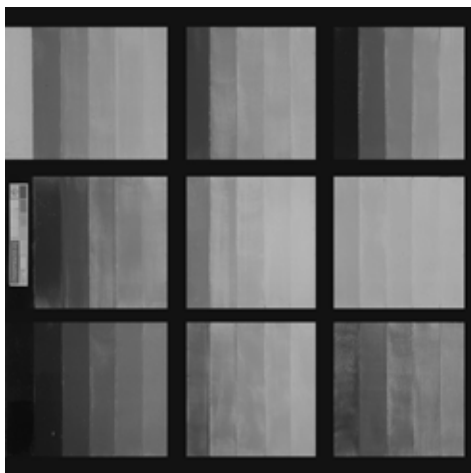


Figura 75. Fotografía IR de la Tabla 10.

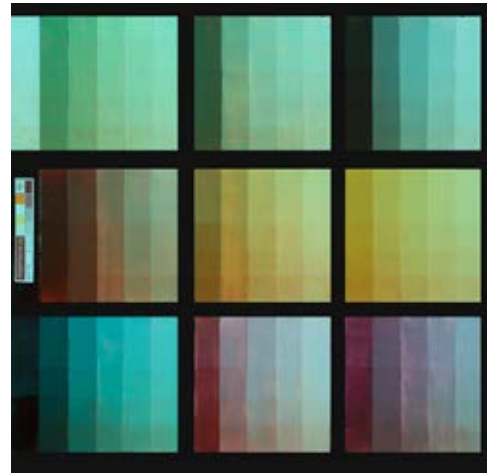


Figura 76. Fotografía IRFC de la Tabla 10.

**VIS.** Esta reseda se visualiza con una tonalidad ligeramente más oscura que la tabla anterior. Se observa con mayor claridad el contraste tonal entre las diferentes gradaciones y capas de veladuras. Aun así, esta laca se manifiesta de forma poco opaca pero homogénea (Herrero-Cortell, Raich y Artoni 2020, p. 82); (Artoni et al. 2019, p. 5) (Fig. 73).

**UVF.** La reseda emite cierta fluorescencia de tonalidad amarilla (Cosentino 2014, p. 10); (Artoni et al. 2019, p. 5); (De la Rie 1982, p. 3) pero menos intensa que en la Tabla 9, devolviendo un tono amarillo más grisáceo. El hecho de que las dos lacas de reseda ofrezcan fluorescencias con intensidades distintas hace suponer que este aspecto se pueda deber al mordiente con el que se haya precipitado la laca, al método de fabricación o a la propia calidad del producto (Fig. 74).

**IR.** Nuevamente se produce el mismo resultado que en las tablas anteriores. Las veladuras de esta laca dejan pasar la radiación IR comportándose como un material totalmente transparente. (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 75).

**IRFC.** Esta laca de reseda se manifiesta de forma idéntica que en los casos precedentes, no ofreciendo ninguna respuesta frente a la radiación infrarroja (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 76).



**TABLA 11. ALOE**



Figura 77. Fotografía VIS de la Tabla 11.

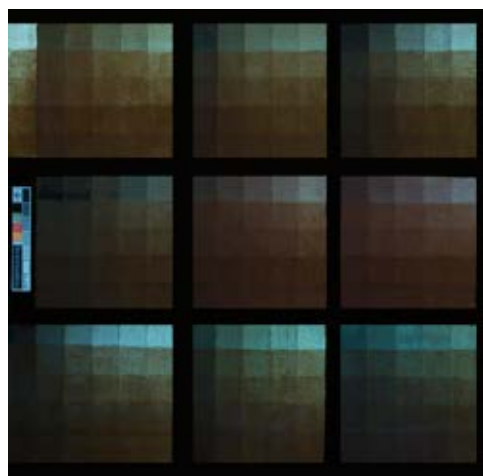


Figura 78. Fotografía UVF de la Tabla 11.

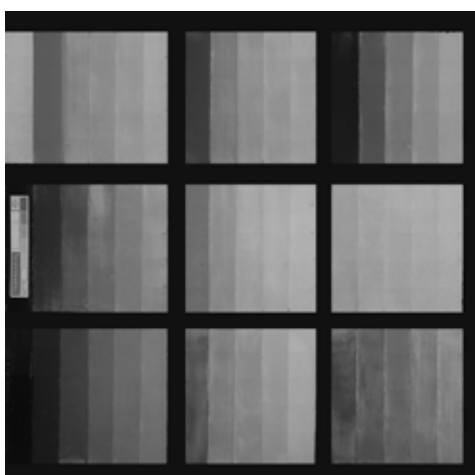


Figura 79. Fotografía IR de la Tabla 11.

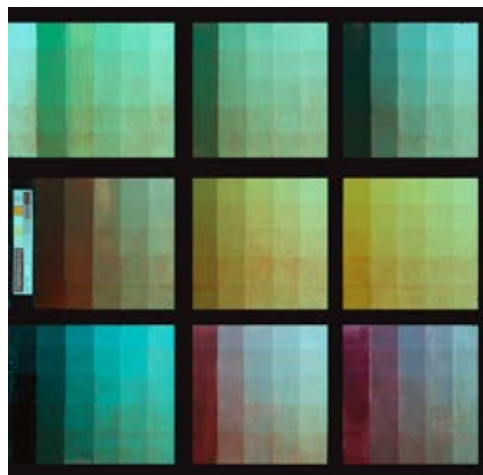


Figura 80. Fotografía IRFC de la Tabla 11.

**VIS.** El aloe también ha sido frecuentemente empleado para elaborar corlas (Carramiñana 2011, p. 57). Su aspecto es de un tono marrón, cuya veladura resulta poco homogénea, muy irregular y con escaso poder cubriente. Posiblemente se emplease para veladuras localizadas y no para baños extensivos de color (Fig. 77).

**UVF.** Muestra una escasa fluorescencia de un tono marrón pardo. Se observa como en las últimas capas en las que hay más acumulación de veladura, ésta oculta la luminiscencia que puedan emitir los tonos subyacentes. También es destacable el hecho de que, en la cuarta capa de veladura, a diferencia de la fotografía visible, no se observan contrastes de tonalidad, comportándose como una masa plana que impide visualizar las gradaciones tonales de los pigmentos basales (Fig. 78).

**IR.** Como en el resto de las tablas, las sucesivas capas de este material no ofrecen ninguna respuesta perceptible en el espectro infrarrojo. (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 79).

**IRFC.** El comportamiento del aloe en el IRFC se asemeja al obtenido con la rubia en la Tabla 7, adquiriendo un tono anaranjado de aspecto muy transparente perceptible únicamente en las zonas de más acumulación de pigmento (Fig. 80).

**TABLA 12. *STIL DE GRAIN***



Figura 81. Fotografía VIS de la Tabla 12.

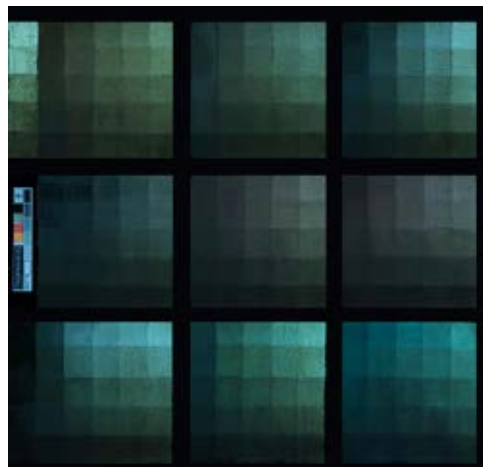


Figura 82. Fotografía UVF de la Tabla 12.

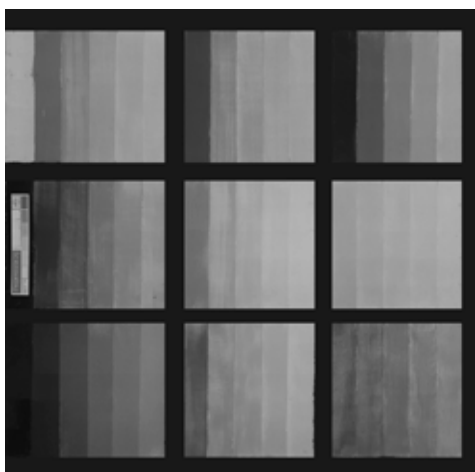


Figura 83. Fotografía IR de la Tabla 12.

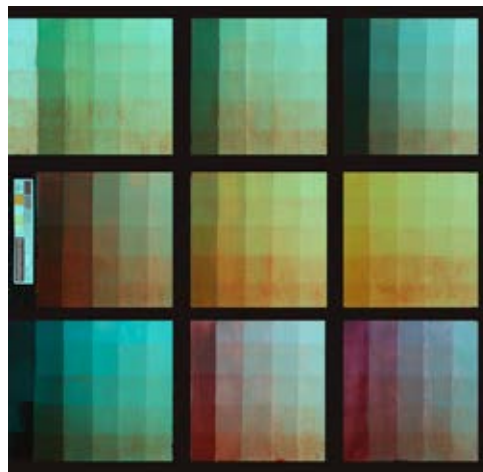


Figura 84. Fotografía IRFC de la Tabla 12.

**VIS.** El *Stil de grain*, es una laca empleada ampliamente desde el siglo XVI (Mayer 2005, p. 59). Presenta una tonalidad semejante a la reseda de la Tabla 10, aunque visiblemente más oscuro y menos homogéneo (Fig. 81).

**UVF.** Presenta una leve fluorescencia (De la Rie 1982, p. 3), en menor grado que la reseda, por lo que a la hora de identificar este pigmento laca de forma preliminar, este dato podría ser de utilidad. Sería destacable reseñar como a medida que las capas de veladura se van superponiendo, la fluorescencia de los pigmentos basales disminuye de forma significativa (Fig. 82).

**IR.** Ese pigmento laca devuelve idéntico resultado que el resto frente a la radiación infrarroja. Las capas de veladura resultan invisibles y se comportan como un material transparente (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 83).

**IRFC.** En el infrarrojo de falso color presenta un color rojizo (Poldi y Villa 2006, p. 131). Este aspecto es relevante ya que mediante esta técnica permite diferenciarlo de la reseda, cuyo parecido en el espectro visible podría llevar a confusión (Fig. 84).

**TABLA 13. AZAFRÁN**



Figura 85. Fotografía VIS de la Tabla 13.

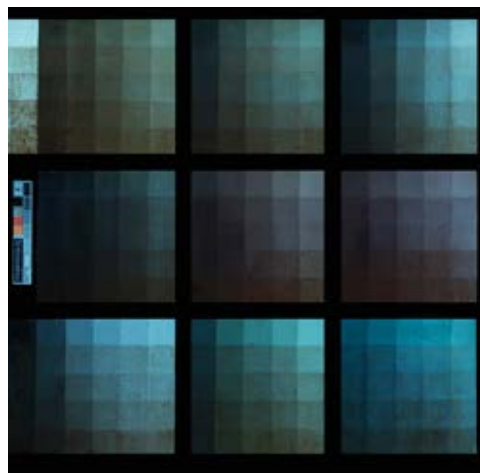


Figura 86. Fotografía UVF de la Tabla 13.

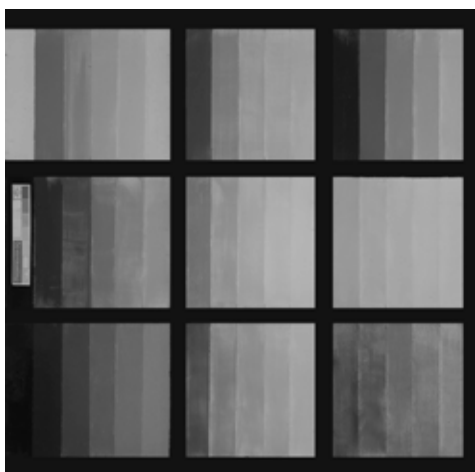


Figura 87. Fotografía IR de la Tabla 13.

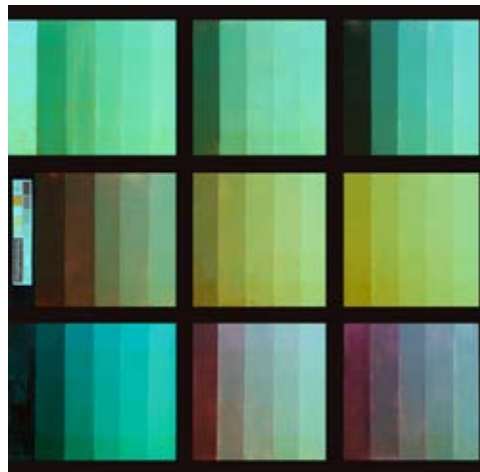


Figura 88. Fotografía IRFC de la Tabla 13.

**VIS.** El azafrán ha sido ampliamente utilizado en la pintura, sobre todo en la elaboración de corlas, iluminación de manuscritos o barnices coloreados (Herrero-Cortell 2019, p. 172). Este material tiene una tonalidad anaranjada en el espectro visible, por lo que puede ser fácilmente discernible de otras lacas vegetales como la reseda o *stil de grain*. Sin embargo, podría ser confundida con ciertas variedades de rubia. La aplicación de este material resulta poco homogénea y poco uniforme (Fig. 85).

**UVF.** Emite una leve luminiscencia de un tono amarillo oscuro (Cosentino 2014, p. 9); (Cosentino 2015a, p. 292) aunque en menor medida que la reseda (Fig. 86).

**IR.** El material devuelve idéntico resultado que el resto frente a la radiación infrarroja. Las capas de veladura resultan invisibles y se comportan como un material transparente (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 87).

**IRFC.** Se mantiene el mismo protocolo que en ocasiones anteriores. No se evidencia la presencia de veladuras en el espectro IR (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 88).

**TABLA 14. ÍNDIGO**



Figura 89. Fotografía VIS de la Tabla 14.

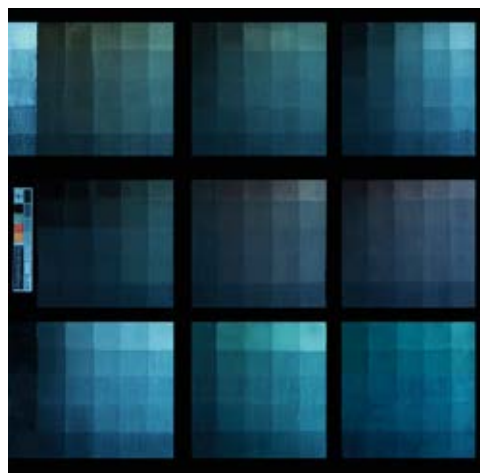


Figura 90. Fotografía UVF de la Tabla 14.

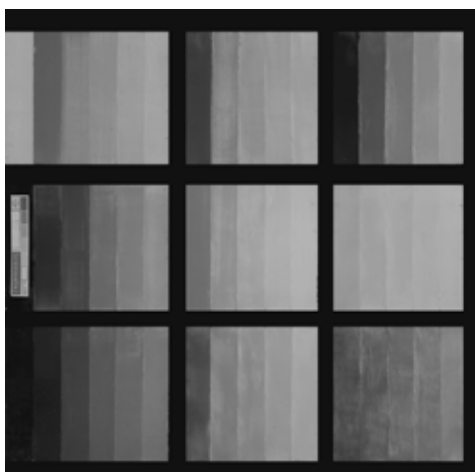


Figura 91. Fotografía IR de la Tabla 14.

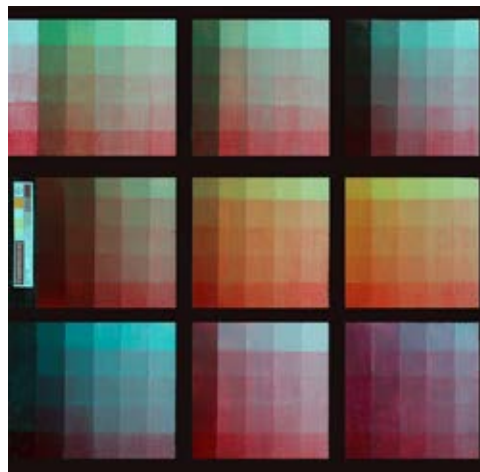


Figura 92. Fotografía IRFC de la Tabla 14.

**VIS.** El índigo responde con un tono azulado oscuro. Este material, empleado desde el siglo XIV, permite intensificar el tono de los azules como es el caso de la azurita (Doerner 2001, p. 72). Presenta una aplicación muy homogénea y uniforme por lo que era ampliamente utilizado para crear sombras sobre los pliegues de los tejidos (Artoni et al. 2019, p. 7) (Fig. 89).

**UVF.** En el UVF el índigo se comporta como un material absorbente, al igual que en el visible (Artoni et al. 2019, p. 7); (Cosentino 2014, p. 8); (De la Rie 1982, p. 3). No emite ninguna fluorescencia llegando a ocultar la que emite el blanco de plomo (Fig. 90).

**IR.** Nuevamente se vuelve a comprobar que esta veladura no se manifiesta de forma evidente en el infrarrojo pese a ser un pigmento marcadamente opaco en el espectro visible, se muestra transparente en el espectro IR (Artoni et al. 2019, p. 7) (Fig. 91).

**IRFC.** El índigo se manifiesta en el IRFC como un color rojo muy intenso (Artoni et al. 2019, p. 7); (Hayem 2015, p. 154). Se observa que la veladura aplicada sobre la azurita en la última capa presenta la misma tonalidad que las capas de veladura aplicadas sobre el pigmento puro. Esto puede llegar a crear confusión en cuanto a la presencia de índigo sobre la azurita (Fig. 92).

**TABLA 15. ÍNDIGO + SEPIOLITA**

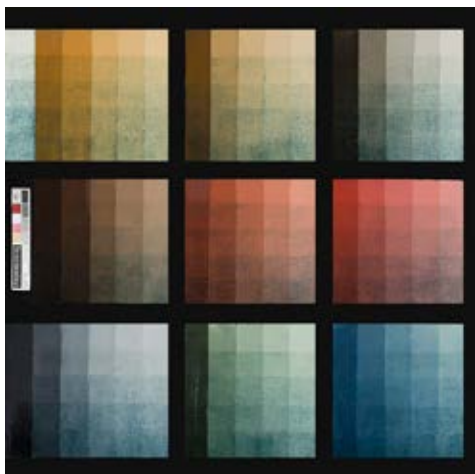


Figura 93. Fotografía VIS de la Tabla 15.

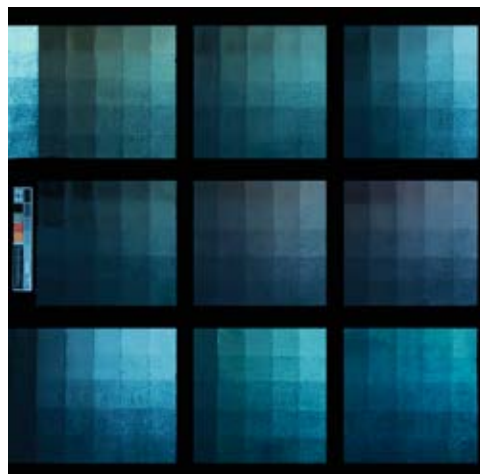


Figura 94. Fotografía UVF de la Tabla 15.

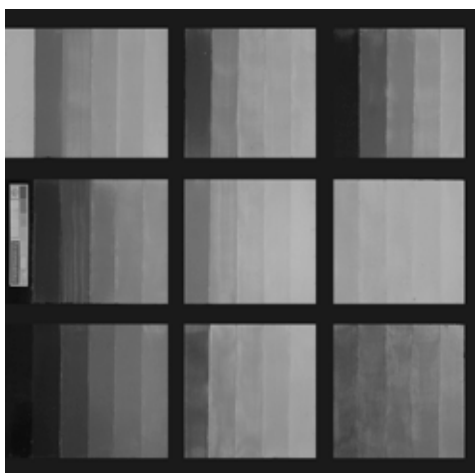


Figura 95. Fotografía IR de la Tabla 15.

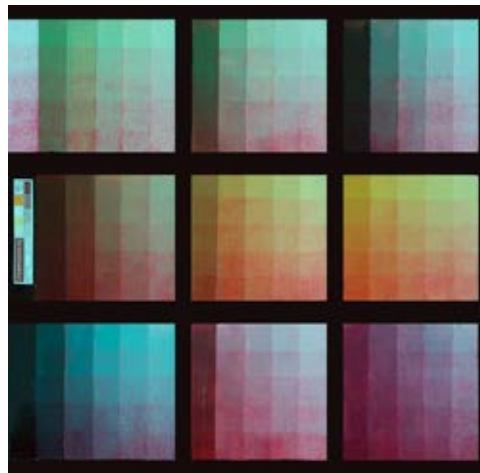


Figura 96. Fotografía IRFC de la Tabla 15.

**VIS.** El índigo con sepiolita presenta un azul menos oscuro. Esta tonalidad más clara puede ser causa de la adición de sepiolita. El uso de este material inerte para precipitar el índigo fue muy usual en la pintura mural maya (Ágredos-Pascual 2007, p. 64). Se observa el poco poder cubriente y que genera una superficie poco homogénea. No se observa la misma opacidad de esta laca con respecto al índigo (Fig. 93).

**UVF.** Esta laca se comporta de forma similar que el índigo ante el UVF, no emitiendo apenas fluorescencia (Cosentino 2014, p. 8); (De la Rie 1982, p. 3), aunque responde con una mínima reacción, posiblemente debido a la presencia de sepiolita (Fig. 94).

**IR.** La respuesta frente al infrarrojo sigue el mismo patrón que el resto de las lacas aplicadas (Artoni et al. 2019, p. 7) (Fig. 95).

**IRFC.** Esta laca presenta en el IRFC una tonalidad muy similar al índigo, aunque con un matiz más magenta. Al igual que en el espectro visible, la capa resultante es marcadamente irregular y se pone de manifiesto el poder poco cubriente de esta laca (Fig. 96).

**TABLA 16. AZUL PASTEL**



Figura 97. Fotografía VIS de la Tabla 16.

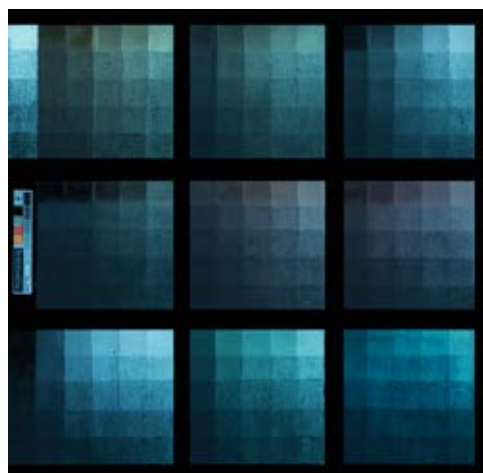


Figura 98. Fotografía UVF de la Tabla 16.

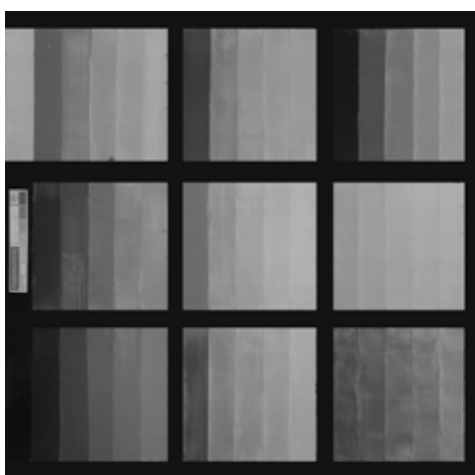


Figura 99. Fotografía IR de la Tabla 16.

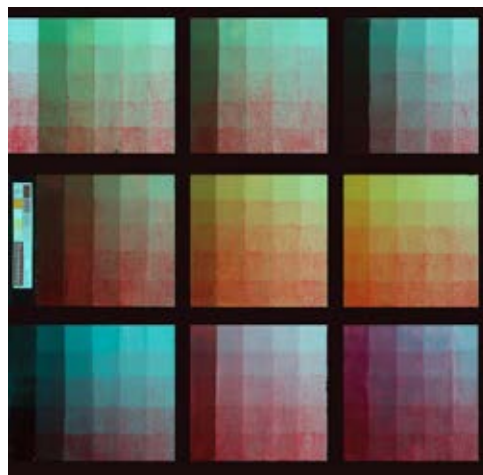


Figura 100. Fotografía IRFC de la Tabla 16.

**VIS.** El azul pastel, también perteneciente a la familia del índigo, tiene una tonalidad más oscura que el índigo. Se comporta, al igual que el índigo con sepiolita de forma muy irregular, creando un film muy heterogéneo (Fig. 97).

**UVF.** Este material se comporta de forma similar que el índigo ante el UVF. En las zonas donde existen más capas de veladura se observa cómo se solapa la luminiscencia que puedan emitir los pigmentos basales. La mínima fluorescencia que se observa podría deberse a la presencia de la resina o bien a las propiedades de esta laca (Fig. 98).

**IR.** Como en los casos precedentes, las sucesivas aplicaciones del azul pastel no ofrecen ninguna respuesta en el infrarrojo (Artoni et al. 2019, p. 7) (Fig. 99).

**IRFC.** La respuesta en el IRFC es análoga a la del índigo con sepiolita, mostrando un tono magenta poco cubriente y muy irregular en su aplicación (Fig. 100).

**TABLA 17. VERDE *VESSIE***

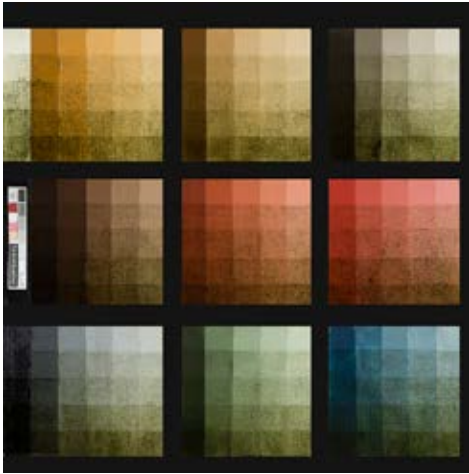


Figura 101. Fotografía VIS de la Tabla 17.

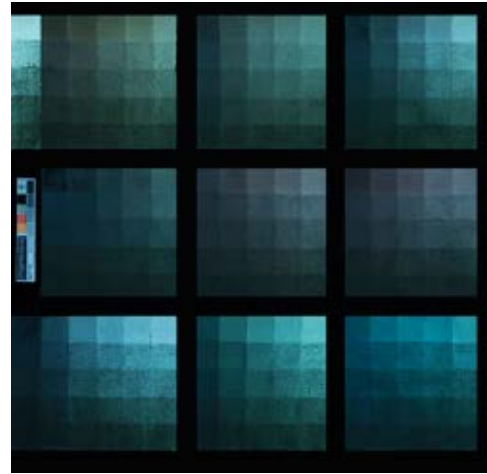


Figura 102. Fotografía UVF de la Tabla 17.

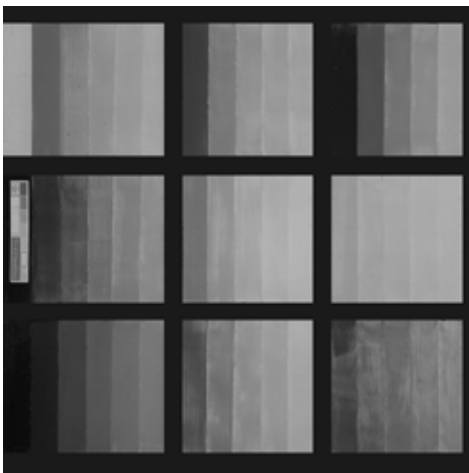


Figura 103. Fotografía IR de la Tabla 17.

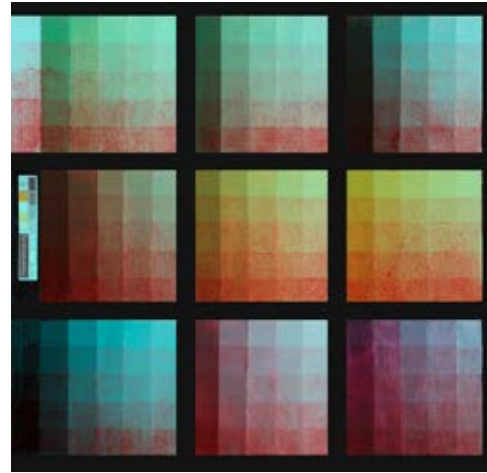


Figura 104. Fotografía IRFC de la Tabla 17.

**VIS.** El verde *vessie* se presenta con una tonalidad verde oscura. Salvando las distancias en cuanto a su cromatismo, su comportamiento y aspecto es muy similar al *stil de grain*. Dada su poca homogeneidad, es muy probable que no se usase para veladuras extensivas, ya que para ello se usaba preferiblemente el verdigrís. Era muy común realizar veladuras con resinato de cobre a base de una mezcla de verdigrís con resina cuya veladura era mucho más homogénea y saturada que le verde *vessie* (Doerner 2001, p. 75) (Fig. 101).

**UVF.** Presenta muy escasa fluorescencia (De la Rie 1982, p. 3). En las capas en las que hay mayor superposición de veladuras, las gradaciones tonales de los pigmentos basales que subyacen apenas son perceptibles (Fig. 102).

**IR.** Se reitera el mismo comportamiento en este caso: las veladuras se comportan como una materia transparente que no permite identificarlas a través de la radiación infrarroja (Artoni et al. 2019, p. 5); (Cosentino 2014, p. 9) (Fig. 103).

**IRFC.** Este material se comporta en el IRFC como un rojo muy intenso que se manifiesta de forma evidente en las zonas en las que hay más concentración de laca (Fig. 104).

**TABLA 18. ATRAMENTUM**



Figura 105. Fotografía VIS de la Tabla 18.

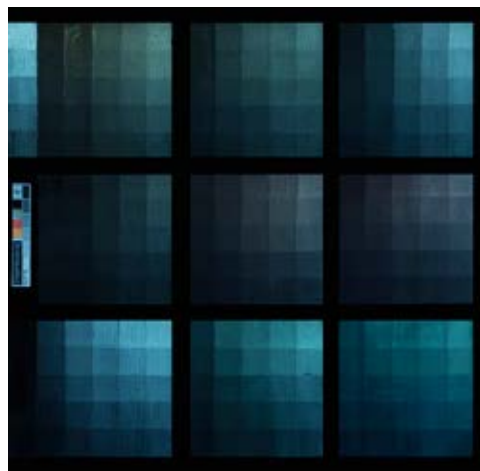


Figura 106. Fotografía UVF de la Tabla 18.

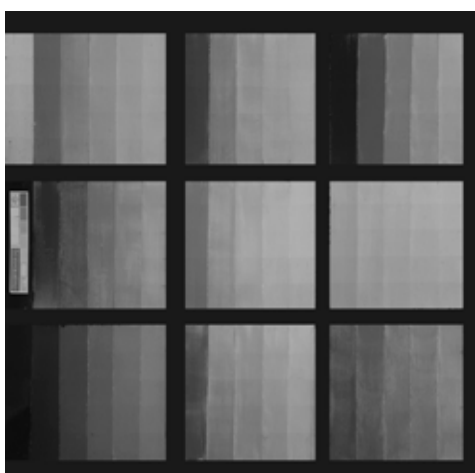


Figura 107. Fotografía IR de la Tabla 18.

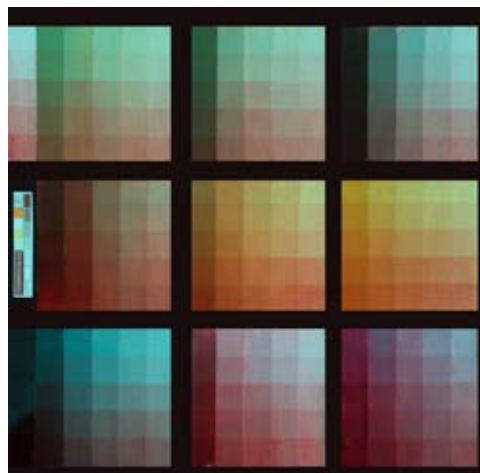


Figura 108. Fotografía IRFC de la Tabla 18.

**VIS.** El *atramentum* ofrece un color pardo muy similar a la laca rubia morada, pero, a diferencia de ésta, se comporta de forma muy homogénea en la aplicación. Se observa como las veladuras sobre el pigmento negro de vid genera una gama cromática muy similar a la que genera el pigmento basal (Fig. 105).

**UVF.** Se comporta como una laca absorbente, no emitiendo ninguna fluorescencia frente al UVF (De la Rie 1982, p. 3). La acumulación de veladuras en las últimas capas, cubren la fluorescencia del blanco de plomo casi por completo (Fig. 106).

**IR.** En este caso, este material devuelve una mínima respuesta frente a la radiación infrarroja. Se observa un sutil contraste entre las diferentes capas de veladura. Esta capa se comporta como un material semitransparente en el espectro infrarrojo (Fig. 107).

**IRFC.** El *atramentum* devuelve un color rojo anaranjado, muy similar a la rubia morada tanto en el espectro visible como en el IRFC. Esta similitud de tonos podría llevar a confusión a la hora de identificar la presencia de ambos materiales. No obstante, presenta una superficie mucho más homogénea que la rubia morada. Cabe destacar que, así como en el espectro visible, la tonalidad del *atramentum* es muy similar a la del negro de vid, en el IRFC no se comporta de la misma forma: en el negro de vid se observa un tono marcadamente azul, sin embargo, el *atramentum* responde con un color rojizo. Este comportamiento puede ayudar de forma preliminar en la identificación de este material (Fig. 108).



**TABLA 19. SEPIA**



Figura 109. Fotografía VIS de la Tabla 19.

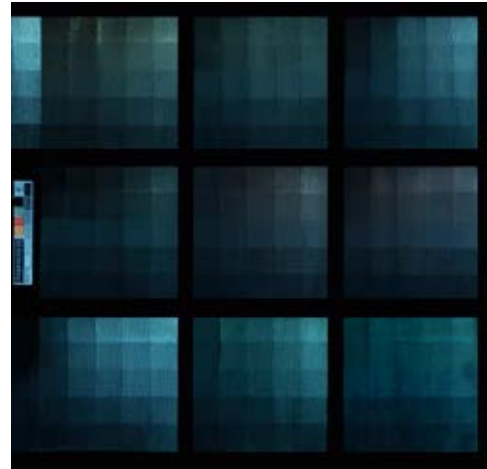


Figura 110. Fotografía UVF de la Tabla 19.

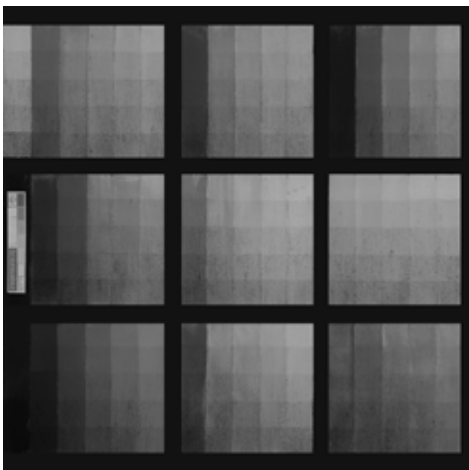


Figura 111. Fotografía IR de la Tabla 19.

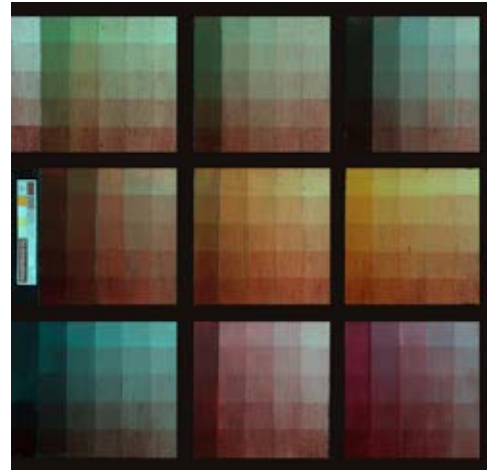


Figura 112. Fotografía IRFC de la Tabla 19.

**VIS.** La sepia también es de tonalidad parda, similar al *atramentum* y a la rubia morada, aunque su tono es más oscuro y con un gran poder cubriente. Se observa la homogeneidad de la veladura, aunque en menor grado que el *atramentum* (Fig. 109).

**UVF.** Este material se comporta de forma análoga al *atramentum*, absorbiendo toda la fluorescencia (De la Rie 1982, p. 3). En mayor medida que éste, su absorbancia impide que la fluorescencia del blanco de plomo sea visible (Fig. 110).

**IR.** De todos los materiales empleadas para las veladuras, la sepia es la que se ha comportado como un material semitransparente, ya que el contraste entre las capas de veladura es evidente visualmente (Fig. 111).

**IRFC.** En el IRFC devuelve un color marrón rojizo, a diferencia de la rubia morada, cuyo tono es de un rojo más intenso y claro. Aun generando un film relativamente homogéneo, la sepia se muestra menos uniforme en las sucesivas aplicaciones de veladuras que el *atramentum* (Fig. 112).

## 8. CONCLUSIONES

La aplicación de veladuras como parte del proceso de ejecución de una obra de arte constituye un proceso que ha sido empleado desde la Edad Media. Aunque el término “velar” asignado a esta técnica no aparece hasta el siglo XVI, la cantidad de referencias en los tratados y manuales relativas a este proceso, hacen pensar que las veladuras han estado presentes más a menudo de lo que cabría pensar. Tras consultar diversas fuentes históricas, se han elaborado barnices y pigmentos laca que obedecen a los procesos de pintura histórica descritos en los tratados y manuales. Para ello se han llevado a cabo métodos artesanales como la fabricación, molienda y aglutinado de los colorantes, lacas y pigmentos, así como la reconstrucción de los procesos de elaboración de barnices históricos, necesarios para su aplicación como veladuras. Las fuentes bibliográficas han aportado información acerca de los pigmentos basales que han constituido parte de la paleta cromática de la pintura desde el siglo XV al XVIII. Estos pigmentos son los que se han empleado como base para la elaboración de las probetas. De la misma forma, los pigmentos laca empleados para las veladuras también son representativos de aquellas materias colorantes que han sido utilizados en la pintura europea de dichos periodos.

Con el objetivo de estudiar el comportamiento de dichos barnices coloreados para generar veladuras, se han elaborado 19 probetas en las que se han aplicado 19 veladuras de diversas tonalidades sobre los pigmentos base. En la elaboración del barniz para la confección de estas veladuras o barnices coloreados, se ha empleado la resina mastic y el aceite de linaza. Se trata de una resina y un aceite ampliamente utilizados a lo largo de la historia. Para la obtención de la mezcla idónea para la realización del barniz, se han elaborado 7 barnices manejando diferentes proporciones de aceite y resina. Finalmente, se ha empleado un barniz con la proporción de 65 partes de aceite sobre 35 de resina. Tras la aplicación de las veladuras en todas las probetas, se han extraído conclusiones significativas.

En cuanto a las veladuras rojas, el carmín nacarado, el *lac dye* y la rubia coral se han comportado de forma más homogénea durante la aplicación, generando capas con alto poder cubriente y colorante.

En lo que respecta a los amarillos, la reseda, ha generado veladuras muy uniformes. Debido a su naturaleza poco opaca, las sucesivas capas de veladura no han generado un contraste significativo. La amplia gama de tonalidades que se pueden obtener con este material, lo convierten en idóneo para la obtención de nuevos colores.

En la gama de los azules, el índigo ha sido el material que mejores resultados ha ofrecido. Ha generado una película muy homogénea y con alto poder cubriente, ya que las dos lacas realizadas con el mismo material, no han experimentado el mismo comportamiento.

El verde vejiga no ha generado una capa homogénea, por ello es probable que esta laca se usase para veladuras puntuales, ya que era más habitual para ello el uso del verdigrís o el resinato de cobre. De cualquier modo, todos los pigmentos laca eran susceptibles de usarse mezclados con pigmentos inorgánicos, o de manera individual en aplicaciones de mayor concentración pigmentaria, y no en forma de película transparente. Es posible que el verde vejiga, como el resto de pigmentos cuya apariencia es poco homogénea en veladuras, se usasen más bien como pigmentos para la elaboración de pastas pictóricas.

En cuanto a los negros, tanto el *atramentum* como el sepia, empleados habitualmente para acentuar sombras, han generado veladuras muy homogéneas y de alta intensidad cromática.

Las imágenes obtenidas a través de la técnica *multiband* han arrojado información sobre el comportamiento de los materiales aplicados como veladura. La respuesta de los pigmentos laca frente mediante radiación infrarroja, fluorescencia visible inducida por radiación UV, así como en la imagen infrarroja de falso color ha sido determinante para realizar una caracterización preliminar de estos materiales.

Los resultados obtenidos mediante la imagen UVF parecen no encajar con los comportamientos descritos por otros autores. La rubia, según estudios precedentes (Artoni et al. 2019, p. 6); (De la Rie 1982, p. 3); (Cosentino 2014, p. 9), debería haber emitido una fluorescencia de un tono naranja intenso. Sin embargo, en las probetas del presente estudio, esta laca no ha respondido de la misma forma, mostrando una capa grisácea que cubre la fluorescencia de los pigmentos basales, incluso la del blanco de plomo. En el caso de la reseda, sí que se ha observado una leve luminiscencia amarilla que se corresponde con las observaciones descritas por otros autores. En el resto de los materiales, la fluorescencia emitida ha sido prácticamente nula.

De modo preliminar, se podría pensar que este comportamiento inusual frente al UVF, podría ser inducido por los materiales empleados en la elaboración del aglutinante y, más concretamente, es posible que la adición de la resina mástic al aceite sea la responsable, puesto que, en aplicaciones con óleo de linaza, las fluorescencias de algunas lacas han sido pertinentemente descritas (Artoni et al. 2019, p. 6). En ese sentido, dando continuidad al presente estudio, será necesario caracterizar la respuesta de los aglutinantes, ante la inducción a radiación UV.

Clasificando el comportamiento de los pigmentos frente al espectro infrarrojo como transparentes, reflectantes o absorbentes, se podría determinar que la mayoría de los pigmentos laca expuestos a la radiación IR se muestran como materiales transparentes, ya que no conforman ninguna apariencia en este rango del espectro y se revelan transparentes, permitiendo la perfecta observación de las gradaciones de los pigmentos basales subyacentes a las veladuras. Solo en el caso del *atramentum* y del sepia se han apreciado contrastes entre las diferentes capas de veladura, siendo perceptibles, por tanto en IR. La imagen infrarroja es, de este modo, la que menos información aporta para la identificación de veladuras. Sin embargo, resulta una técnica imprescindible para la creación del IRFC.

Las imágenes híbridas de IRFC, operando igualmente en el rango IR, sí han aportado datos que, paradójicamente, pueden completar la caracterización de los pigmentos laca. Así, las lacas rojas responden en el IRFC, con tonos que van desde el naranja intenso en el caso del carmín nacarado hasta el amarillo pálido que devuelve la laca rubia oscura. Las lacas amarillas no presentan resultados concluyentes en IRFC ya que su respuesta es mínima, sin embargo, el resto de las técnicas *multiband* pueden determinar su naturaleza como en el caso de la reseda, cuya fluorescencia amarilla es característica. Las veladuras azules y el verde vejiga se muestran en el IRFC con un color rojo muy intenso en el caso del índigo o rojos más tenues en el caso del azul pastel o el índigo con sepiolita. El *atramentum* devuelve un tono rojo anaranjado, similar a la rubia, aunque menos intenso. La sepia se presenta también en la línea cromática del *atramentum* con un tono marrón rojizo.

La técnica *multiband* permite la identificación preliminar de pigmentos, pero para un diagnóstico certero es necesario el uso de otras técnicas específicas, cuantitativas o cualitativas. La información aportada el *multiband* ha servido para tratar de individualizar el comportamiento de las veladuras de naturaleza orgánica en diversos puntos del espectro electromagnético, si bien la adición de resina al aceite en el aglutinante ha podido determinar, parcialmente, la respuesta de ciertos materiales.

Este estudio puede ser el punto de partida que abra nuevas líneas de investigación, como la identificación de veladuras inorgánicas, así como caracterización de lacas y pigmentos aglutinados con otros *mediums*. Estos futuros estudios, junto con el presente, podrían formar parte de una gran base de datos que podrían reforzar y ayudar en la identificación de pigmentos y colorantes.

Este estudio ha previsto, desde su inicio, la sola utilización de pigmentos laca de naturaleza orgánica, pero constituye un modelo para iniciar sucesivos trabajos que aborden la utilización de pigmentos inorgánicos para la consecución de veladuras. De hecho, son muy numerosos los pigmentos minerales o sintéticos susceptibles de ser utilizados en este procedimiento, por su natural transparencia. Por otra parte, en el futuro, cabrá seguir la investigación con las lacas incrementando la paleta, utilizando y, sobre todo, caracterizando estas aplicaciones mediante otras técnicas no invasivas, como espectroscopias o imágenes multispectrales. Estos futuros estudios, junto con el presente, podrían formar parte de una gran base de datos que redundase en una caracterización más completa y exhaustiva de estos materiales, que permitiese una mejor identificación de pigmentos y colorantes.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- ADELINÉ, J., 1887. *Vocabulario de términos del arte* [en línea]. 1887. Madrid: La ilustración Española y Americana.
- ÁGREDOS-PASCUAL, M.L.V., 2007. Los colores y las técnicas de la pintura mural maya. *Anales del Museo de América*, no. 15, pp. 55-66. ISSN 1133-8741, 2340-5724.
- ARMENINI, G.B., 1820. *De' veri precetti della pittura: libri tre* [en línea]. S.l.: Milano: Dalla tip. de Vincenzo Ferrario.
- ARTONI, P., RAÏCH, M., HERRERO-CORTELL, M. y RICCI, M.L., 2019. Riconoscere dal colore. Pigmenti e coloranti dell'età moderna nell'analisi multibanda dei dipinti: uno strumento vivo per gli storici dell'arte e i conservatori. *Colore e Colorimetria. Contributi Multidisciplinari. Atti della Quindicesima Conferenza del Colore, a cura di A. Bottoli e V. Marchiafava*.
- ASHOK, R. y FELLER, R., 1993. *Artists' Pigments. A handbook of their history and characteristics*. London: Archetype Publications.
- BALDINUCCI, F., 1681. *Vocabolario toscano dell' arte del disegno*. S.l.: s.n.
- BALL, P., 2012. *La invención del Color* [en línea]. S.l.: Turner.
- BARRA, M. y GAYO, M.D., 2018. La Ciencia y el Arte VII. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio - Ministerio de Cultura y Deporte, vol. VII.
- BATTISTA ARMENINI, GIOVANNI, 1999. *De los verdaderos preceptos de la pintura*. Madrid: Visor Libros. ISBN 978-84-7522-020-8.
- BOMFORD, D., DUNKERTON, J., GORDON, D. y ROY, A., 1995. *La pintura italiana hasta el 1400. Materiales, métodos y procedimientos del arte*. S.l.: Ediciones del Serbal.
- BOULARAND, S., VENDRELL, M., VENTOLÁ, L., "Aspectes tècnics de les pintures murals medievals. Diversos exemples de pintures romàniques a Catalunya". [en] *Romànic de muntanya: materials, tècniques i colors*. Ed. Clavell cultura S.L. Calella 2010. ISBN: 978-84-89841-77-2.
- BRANDI, C., 1995. *Teoría de la restauración*. 1995. S.l.: Alianza Editorial.
- BRUQUETAS GALÁN, R., 2002. *Técnicas y materiales de la pintura española en los siglos de oro*. S.l.: Fundación de Apoyo a la Historia del Arte Hispánico.
- CÁRCELES PASCUAL, J.M., 2000. La pintura al óleo: fuentes para el estudio de sus orígenes y evolución. *Monografías de arte*.
- CARRAMIÑANA, G., 2011. *Historia de los barnices para instrumentos musicales de cuerda frotada. Estado del Arte y reflexiones*. S.l.: Universitat Politècnica de València.
- CENNINI, C., 1821. *Trattato della pittura: messo in luce la prima volta con annotazioni dal cavaliere Giuseppe Tambroni*. Roma: Paolo Salviucci.
- CENNINI, C., 1988. *El Libro del Arte*. Madrid: Ediciones Akal.
-

- COSENTINO, A., 2014. Identification of pigments by multispectral imaging; a flowchart method. *Heritage Science*, vol. 2, no. 1, pp. 8. ISSN 2050-7445. DOI 10.1186/2050-7445-2-8.
- 
- COSENTINO, A., 2015a. Effects of different binders on technical photography and infrared reflectography of 54 historical pigments. *International Journal of Conservation Science*, vol. 6.
- COSENTINO, A., 2015b. Practical notes on ultraviolet technical photography for art examination. *Conservar Patrimonio*, vol. 21. ISSN 2182-9942. DOI 10.14568/cp2015006.
- COSENTINO, A., 2016. Infrared Technical Photography for Art Examination. *e-Preservation Science*, vol. 13.
- COSENTINO, A., CAGGIANI, M., RUGGERO, G. y SALVEMINI, F., 2014. Panoramic Multi-spectral Imaging: Training and Case studies. *Belgian Association of conservators Bulletin*, vol. 2nd Trimester.
- DE LA RIE, R., 1982. Fluorescence of paint and varnish layers (Part 1). *Studies in Conservation*, vol. 27, no. 1. ISSN 0039-3630. DOI 10.1179/sic.1982.27.1.1.
- DE VINCI, L. y ALBERTI, L.B., 1827. *El tratado de la pintura por Leonardo de Vinci, y los tres libros que sobre el mismo arte escribió Leon Bautista Alberti*. Madrid: Imprenta Real.
- DIODATO, S.P., 2012. *I buoni colori di una volta: ricettario fotografico per conoscere e fabbricare pigmenti, leganti, vernici e materiali artistici antichi, direttamente dai trattati medievali*. S.l.: Edizioni Menabò.
- DOERNER, M., 2001. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. S.l.: Reverte. ISBN 978-84-291-1423-2.
- EASTAUGH, N., WALSH, V., CHAPLIN, T. y SIDDALL, R., 2008. *Pigment Compendium. A dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments*. S.l.: Elsevier, Butterworth-Heinemann.
- EASTLAKE, S.C.L., 1847. *Materials for a History of Oil Painting*. S.l.: Longman, Brown, Green and Longmans.
- EASTLAKE, S.C.L., 1960. *Methods and Materials of the Great Schools and Masters*. New York: Dover Publications Inc.
- 
- ESPINOSA IPINZA, F. y RIVAS POBLETE, V., 2011. Fluorescencia visible inducida por radiación UV. Sus usos en conservación y diagnóstico de colecciones. Una revisión crítica. *Conserva*, no. 16. ISSN 0717-3539.
- GOLLINI GIULIA, 2020. *Potenzialità della tecnica di imaging iperspettrale per lo studio di pitture a olio in presenza di velature*. Tesis Doctoral. Firenze: Università Degli Studi Firenze.
- HAYEM, A., 2015. *Caractérisation de pigments sur des peintures de chevalet par méthodes optiques non-invasives*. S.l.: Université de Cergy Pontoise.
- HERRERO-CORTELL, M.A, RAÏCH, M. y ARTONI, P., 2020. Transmitted light imaging in VIS and IR, in the study of paintings: a brief report on the behavior of the main historical pigments. *Color Culture and Science Journal* vol. 12.
- HERRERO-CORTELL, M.A, RAÏCH, M., ZALBIDEA, M.A., ARTONI, P., PICOLLO, M. y LA BELLA, A., 2020. 'Della mutazione de' colori trasparenti': per una rinnovata percezione delle velature dei pigmenti e dei coloranti storici. *Colore e Colorimetria Contributi Multidisciplinari*, vol. XVI A.

- HERRERO-CORTELL, M.A., RAICH, M., ARTONI, P. y PUIG, I., 2018. Multi-band technical imaging in the research of the execution of paintings. The case study of the portrait of Carlos IV, by Francisco de Goya. *Ge-conservacion*, vol. 14. ISSN 1989-8568. DOI 10.37558/gec.v14i1.583.
- HERRERO-CORTELL, M.A., 2019. *Materiales, soportes y procedimientos utilizados en los pbradores pictóricos de la Corona de Aragón (siglos XV y XVI). Una aproximación a través del paradigma valenciano*. Tesis Doctoral. Lleida: Universitat de Lleida.
- HOFENK DE GRAAFF, J.H., ROELOFS, W.G.Th. y VAN BOMMEL, M.R., 2007. *A Colourful Past: The Origins, Chemistry and Identification of Natural Dyestuffs*. London: Archetype publications. ISBN 1-873132-13-1.
- KIRBY, J., BOMMEL, M., VERHECKEN, A., SPRING, M., VANDEN, I., 2014. *Natural colorants for dyeing and lake pigments: practical recipes and their historical sources*. London: Archetype Publications.
- KEATS, 2019. Luminiscencia visible inducida por uv para la documentación en conservación. En: *UV-Vis Luminescence imaging techniques/ Técnicas de imagen de luminiscencia UV-Vis*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València.
- KROUSTALLIS, S., 2011. Quomodo decoretur pictura librorum. Materiales y técnicas de la iluminación medieval. *Anuario de Estudios Medievales*, vol. 41, no. 2., ISSN 1988-4230. DOI 10.3989/aem.2011.v41.i2.371.
- LAURIE A.P., 1926. *The Painter's Methods & Materials*. Londres: Seeley, Service & Co. Limited.
- MALTESE CORRADO, 1980. *Las tecnicas artisticas*. S.l.: Cátedra.
- MAROQUER, Jacques., 1979. *The secret formulas and techniques of the Masters*. New York: Hacker Art Books.
- MAYER, R., 2005. *Materiales y técnicas del arte*. S.l.: Ediciones AKAL. ISBN 978-84-87756-17-7.
- MERRIFIELD, M.P., 1849. *Original Treatises, Dating from the XIIth to the XVIIIth Centuries, [o]n the Arts of Painting*. S.l.: John Murray, Albemarle Street.
- MILIZIA, F., 1797. *Dizionario Delle Belle Arti Del Disegno: Estratto In Gran Parte Dalla Enciclopedia Metodica Da Francesco Milizia (2)*. Bassano: Remondini.
- MOYA, M.S.A., SANCHO, N. y ROJA, J.M. de la R., 2010. Alquimia: pigmentos y colorantes históricos. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, no. 1. ISSN 1575-3417, 1575-3417.
- PACHECO, F., 1649. *Arte de la pintura, su antigüedad y grandezas*. Sevilla: Simon Faxardo.
- PARRILLA BOU, M.A., 2007. *El arte de los pigmentos. Análisis histórico-artístico de su evolución a partir de los tratados españoles de Francisco Pacheco y Antonio Palomino*. S.l.: Universitat de València.
- POLDI, G. y VILLA, G.C.F., 2006. *Dalla conservazione alla storia dell'arte. Riflettografia e analisi non invasive per lo studio dei dipinti*. Pisa: Edizioni della Normale.
- ROMERO NOGUERA, J., 2007. *Biodeterioro fúngico y bacteriano de las resinas terpénicas utilizadas en pintura y otras artes plásticas*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- RUBIO MIFSUD, A., 2015. *La Pintura Mural Gòtica Lineal a Territori Valencià. Statu Quo del Corpus Conegut. Estudi i Anàlisi per a la Seua Conservació*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València.

- TERRY, G., 1893. *Pigments, Paint and Painting: A practical book for practical men*. S.l.: London, E. & F.N. Spon; New York, Spon & Chamberlain.
- THEOPHILUS, 1847. *Diversarum artium schedula*. S.l.: J. Murray.
- THEOPHILUS, 1979. *On Divers Arts*. New York: Dover Publications.
- THOMPSON, D.V. (Daniel V., 1956. *The materials and techniques of medieval painting*. S.l.: New York, Dover Publications.
- WANG, Y., 2020. *Implementazione di sorgenti radiazione UV per tecnica di imaging di luminescenza UV per lo studio di dipinti*. S.l.: Università degli Studi di Firenze.
- ZALBIDEA MUÑOZ, M.A., 2014. *Els vernissos artístics, revisió y evolució*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- ZALBIDEA MUÑOZ, M.A., 2017. Nociones básicas sobre materiales colorantes. En: Accepted: 2017-06-01T09:18:44Z, Universitat Politècnica de València.
- ZALBIDEA MUÑOZ, M.A., ZELAZOWSKI, J., LORENTE PUCHADES, F.J. y HERRERO CORTELL, M.À., 2021. *De Diversus Artibus*, un recetario de tecnología artística para el estudio de los barnices medievales. En: In press, *1st European Symposium on Drugs & Colors in History*.
- ZELAZOWSKI, J., 2020. *Estudio y reproducción de las recetas de los barnices descritos en el tratado de Teófilo*. Trabajo Final de Máster. Valencia: Universitat Politècnica de València.

## 10. ÍNDICE DE IMÁGENES

Todas las imágenes realizadas en este estudio son propias.

- Figura 1. Representación del espectro electromagnético. p.14  
Figura 2. Representación digital de la distribución de las escalas tonales en las tablillas. p. 15  
Figura 3. Materiales empleados para la elaboración del barniz. p. 18  
Figura 4. Calentamiento del aceite de linaza. p. 18  
Figura 5. Adición de la resina mastic. p. 18  
Figura 6. Tabla con los diferentes barnices aplicados. p. 18  
Figura 7. Recreación digital de la distribución de las veladuras sobre los tonos basales. p.19  
Figura 8. Prueba de diferentes mezclas con el Barniz 5. p. 20  
Figura 9. Prueba de diferentes mezclas con el Barniz 6. p. 20  
Figura 10. Prueba de diferentes mezclas con el Barniz 7. p. 20  
Figura 11. Blanco de plomo antes de aglutinar. p. 22  
Figura 12. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza. p. 22  
Figura 13. Aspecto final del pigmento aglutinado. p. 22  
Figura 14. Pigmento ocre antes de aglutinar. p. 23  
Figura 15. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza. p. 23  
Figura 16. Gradaciones del ocre con la adición de blanco de plomo. p. 23  
Figura 17. Pigmento siena antes de aglutinar. p. 24  
Figura 18. Gradaciones del siena con la adición de blanco de plomo. p. 24  
Figura 19. Gradaciones del sombra natural con la adición de blanco de plomo. p. 25  
Figura 20. Gradaciones del sombra tostada con la adición de blanco de plomo. p. 25  
Figura 21. Pigmento rojo de óxido férrico antes de aglutinar. p. 26  
Figura 22. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza. p. 26  
Figura 23. Gradaciones del rojo de óxido férrico con la adición de blanco de plomo. p. 26  
Figura 24. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza. p. 27  
Figura 25. Gradaciones del bermellón con la adición de blanco de plomo. p. 27  
Figura 26. Pigmento negro de vid antes de aglutinar. p. 28  
Figura 27. Gradaciones del negro de vid con la adición de blanco de plomo. p. 28  
Figura 28. Pigmento tierra verde antes de aglutinar. p. 29  
Figura 29. Proceso de aglutinado con el aceite de linaza. p. 29  
Figura 30. Gradaciones del tierra verde con la adición de blanco de plomo. p. 29  
Figura 31. Pigmento azurita antes de aglutinar. p. 30  
Figura 32. Gradaciones de la azurita con la adición de blanco de plomo. p. 30  
Figura 33. Fotografía VIS de la tabla de control. p. 46  
Figura 34. Fotografía UVF de la tabla de control. p. 46  
Figura 35. Fotografía IR de la tabla de control. p. 46  
Figura 36. Fotografía IRFC de la tabla de control. p. 46  
Figura 37. Fotografía VIS de la Tabla 1. p. 47  
Figura 38. Fotografía UVF de la Tabla 1. p. 47  
Figura 39. Fotografía IR de la Tabla 1. p. 47  
Figura 40. Fotografía IRFC de la Tabla 1. p. 47  
Figura 41. Fotografía VIS de la Tabla 2. p. 48  
Figura 42. Fotografía UVF de la Tabla 2. p. 48  
Figura 43. Fotografía IR de la Tabla 2. p. 48  
Figura 44. Fotografía IRFC de la Tabla 2. p. 48  
Figura 45. Fotografía VIS de la Tabla 3. p. 49  
Figura 46. Fotografía UVF de la Tabla 3. p. 49  
Figura 47. Fotografía IR de la Tabla 3. p. 49  
Figura 48. Fotografía IRFC de la Tabla 3. p. 49  
Figura 49. Fotografía VIS de la Tabla 4. p. 50  
Figura 50. Fotografía UVF de la Tabla 4. p. 50  
Figura 51. Fotografía IR de la Tabla 4. p. 50  
Figura 52. Fotografía IRFC de la Tabla 4. p. 50  
Figura 53. Fotografía VIS de la Tabla 5. p. 51  
Figura 54. Fotografía UVF de la Tabla 5. p. 51  
Figura 55. Fotografía IR de la Tabla 5. p. 51  
Figura 56. Fotografía IRFC de la Tabla 5. p. 51



- Figura 57. Fotografía VIS de la Tabla 6. p. 52  
Figura 58. Fotografía UVF de la Tabla 6. p. 52  
Figura 59. Fotografía IR de la Tabla 6. p. 52  
Figura 60. Fotografía IRFC de la Tabla 6. p. 52  
Figura 61. Fotografía VIS de la Tabla 7. p. 53  
Figura 62. Fotografía UVF de la Tabla 7. p. 53  
Figura 63. Fotografía IR de la Tabla 7. p. 53  
Figura 64. Fotografía IRFC de la Tabla 7. p. 53  
Figura 65. Fotografía VIS de la Tabla 8. p. 54  
Figura 66. Fotografía UVF de la Tabla 8. p. 54  
Figura 67. Fotografía IR de la Tabla 8. p. 54  
Figura 68. Fotografía IRFC de la Tabla 8. p. 54  
Figura 69. Fotografía VIS de la Tabla 9. p. 55  
Figura 70. Fotografía UVF de la Tabla 9. p. 55  
Figura 71. Fotografía IR de la Tabla 9. p. 55  
Figura 72. Fotografía IRFC de la Tabla 9. p. 55  
Figura 73. Fotografía VIS de la Tabla 10. p. 56  
Figura 74. Fotografía UVF de la Tabla 10. p. 56  
Figura 75. Fotografía IR de la Tabla 10. p. 56  
Figura 76. Fotografía IRFC de la Tabla 10. p. 56  
Figura 77. Fotografía VIS de la Tabla 11. p. 57  
Figura 78. Fotografía UVF de la Tabla 11. p. 57  
Figura 79. Fotografía IR de la Tabla 11. p. 57  
Figura 80. Fotografía IRFC de la Tabla 11. p. 57  
Figura 81. Fotografía VIS de la Tabla 12. p. 58  
Figura 82. Fotografía UVF de la Tabla 12. p. 58  
Figura 83. Fotografía IR de la Tabla 12. p. 58  
Figura 84. Fotografía IRFC de la Tabla 12. p. 58  
Figura 85. Fotografía VIS de la Tabla 13. p. 59  
Figura 86. Fotografía UVF de la Tabla 13. p. 59  
Figura 87. Fotografía IR de la Tabla 13. p. 59  
Figura 88. Fotografía IRFC de la Tabla 13. p. 60  
Figura 89. Fotografía VIS de la Tabla 14. p. 60  
Figura 90. Fotografía UVF de la Tabla 14. p. 60  
Figura 91. Fotografía IR de la Tabla 14. p. 60  
Figura 92. Fotografía IRFC de la Tabla 14. p. 60  
Figura 93. Fotografía VIS de la Tabla 15. p. 61  
Figura 94. Fotografía UVF de la Tabla 15. p. 61  
Figura 95. Fotografía IR de la Tabla 15. p. 61  
Figura 96. Fotografía IRFC de la Tabla 15. p. 61  
Figura 97. Fotografía VIS de la Tabla 16. p. 62  
Figura 98. Fotografía UVF de la Tabla 16. p. 62  
Figura 99. Fotografía IR de la Tabla 16. p. 62  
Figura 100. Fotografía IRFC de la Tabla 16. p. 62  
Figura 101. Fotografía VIS de la Tabla 17. p. 63  
Figura 102. Fotografía UVF de la Tabla 17. p. 63  
Figura 103. Fotografía IR de la Tabla 17. p. 63  
Figura 104. Fotografía IRFC de la Tabla 17. p. 63  
Figura 105. Fotografía VIS de la Tabla 18. p. 64  
Figura 106. Fotografía UVF de la Tabla 18. p. 64  
Figura 107. Fotografía IR de la Tabla 18. p. 64  
Figura 108. Fotografía IRFC de la Tabla 18. p. 64  
Figura 109. Fotografía VIS de la Tabla 19. p. 65  
Figura 110. Fotografía UVF de la Tabla 19. p. 65  
Figura 111. Fotografía IR de la Tabla 19. p. 65  
Figura 112. Fotografía IRFC de la Tabla 19. p. 65  
Figura 113. Tabla de control con los pigmentos basales y sus gradaciones de saturación p. 100  
Figura 114. Recreación digital de la distribución de las veladuras sobre los tonos basales. p. 110  
Figura 115. Imagen en escala de grises como base de referencia tonal. p. 130  
Figura 116. Tabla con la escala tonal del color negro. p. 131  
Figura 117. Escala tonal del color ocre. p. 131

- Figura 118. Escala tonal del color siena natural. p. 131  
Figura 119. Escala tonal del color sombra natural. p. 132  
Figura 120. Escala tonal del color sombra tostada. p. 132  
Figura 121. Escala tonal del color rojo óxido férrico. p. 132  
Figura 122. Escala tonal del color bermellón. p. 133  
Figura 123. Escala tonal del color verde tierra. p. 133  
Figura 124. Escala tonal del color azurita. p. 133

## **ANEXOS**

## ANEXO I.

### FICHAS TÉCNICAS DE PIGMENTOS Y COLORANTES



#### 40010 JTCLES, French Ochre

Type: yellow pigment  
Delivery form: powder  
Chemical designation: Natural yellow earth color from France  
Color Index: Pigment Yellow 43, C.I. 77492

#### Specification:

Color: yellow  
Composition:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$   
Humidity: max. 0.5 – 1 %  
pH-Value: 6 – 8  
Color tolerance, delta E: max. 2.5  
Sieve residue (70  $\mu$ ): max. 1 %

#### Soluble Metals:

Antimony: 0 %  
Arsenic: 0 %  
Lead: 0 %



# PIGMENTOS PUROS CTS

*Relación redactada por la Dra. Natalia Bevilacqua*



### Generalidades sobre los pigmentos

Los pigmentos son polvos finos o muy finos, coloreados, opacos, insolubles en el agua y en los principales ligantes usados en pintura (aceite, ligantes acuosos, etc.). La inercia química y la no solubilidad en el vehículo (ligante o disolvente) es su característica más importante, que la distingue de los colorantes, los cuales entran en solución reaccionando con el soporte (papel, tejidos, etc.) con los que entran en contacto y se unen establemente por medio de mordientes (acción química).

Las principales diferencias entre pigmento y colorante se pueden resumir en la siguiente tabla:

	PIGMENTOS	COLORANTES
<b>Solubilidad en agua</b>	No	Si
<b>Inercia química</b>	Si	No
<b>Resistencia al calor</b>	Buena	Escasa
<b>Resistencia a la luz</b>	Normalmente buena	Normalmente escasa
<b>Granulometría</b>	De media a fina	Finísima
<b>Clase química</b>	Principalmente inorgánicos	Orgánicos

Los colorantes pueden hacerse insolubles a la par de un pigmento mediante absorción sobre una base inorgánica blanca o incolora (por ejemplo aluminio), obteniendo un intermedio llamado laca. Hoy el término laca ha desaparecido y prefiere llamarse "minerales orgánicos", cuya base está compuesta por inertes como los carbonatos y sulfatos poco solubles y colorantes orgánicos de síntesis, mucho más resistentes a los factores ambientales que las antiguas lacas. Incluso, estas modernas lacas permanecen, generalmente, más sensibles respecto a los pigmentos puramente inorgánicos, a los factores ambientales y a los agentes químicos, indicación a tener presente para los materiales al exterior.

### Clasificación de los pigmentos y características

La subdivisión de los pigmentos puede hacerse según el color, la proveniencia (sintética o natural), de la categoría química (orgánica o inorgánica), del periodo de uso o de la composición. En esta tabla, las subdivisiones son tipológicas (por proveniencia y clase química):

- Inorgánicos sintéticos;
- Inorgánicos naturales (tierras);
- Minerales orgánicos.

Para hacer más ágil la lectura, describimos una tabla índice:

	INORGANICO SINTETICO	INORGANICO NATURAL	MINERAL ORGANICO
<b>BLANCO</b>	Blanco de Titanio 0241 Blanco de Zinc 0240		
<b>AMARILLO</b>	Amarillo Cadmio Claro 0550 Amarillo Cadmio Oscuro 0551	Amarillo Oxido 0325 Tierra Amarilla 0269 Amarillo Ocre 0324 Ocre Dunkel 0276 Ocre Habana 0275 Tierra de Siena Natural 0263	
<b>ROJO</b>	Rojo Cadmio Claro 0554 Rojo Cadmio Medio 0553 Rojo Cadmio Oscuro 0555	Morado (Caput Mortum) 0343 Tierra Roja 0270 Rojo Ercolano 0316 Rojo Pozzuoli 0318 Rojo Veneto 0315 Tierra de Siena Tostada 0262	Rojo Cinabrio 0604 Rojo Lacado Claro 0307 Rojo Lacado Oscuro 0308
<b>VERDE</b>	Verde Oxido Cromo 0559 Verde Esmeralda 0557	Tierra Verde 0264 Tierra Verde Nicosia 0282	Verde Cal 0286
<b>AZUL</b>	Azul de Prusia 0340 Azul Ultramar Puro 0561 Azul Cobalto 0558 Azul Cerúleo 0602		Azul Ercolano 0303
<b>VIOLETA</b>	Violeta Ultramar Puro 0560		
<b>PARDO</b>		Tierra Sombra Natural 0266 Tierra Sombra Tostada 0261 Tierra Sombra Chipre Natural 0274 Tierra Sombra Chipre Tostada 0272 Pardo Cassel 0260	
<b>NEGRO</b>		Negro Roma 0268 Negro Vid 0321 Negro Marfil 0597 Negro Humo 0341	



Además de la composición química y la tipología, podemos identificar las siguientes características:

- **Color Index:** todos los pigmentos y los colorantes están clasificados en un banco de datos llamado Color Index Internacional<sup>(1)</sup>, en la que cada sustancia coloreada está señalada por un código distintivo en base a la estructura química y al color.
- **Datos CIE L\*a\*b\*:** parámetros colorimétricos del espacio CIE L\*a\*b\*, que permiten definir de manera única la tonalidad de un determinado material. En esta relación se indica el valor del pigmento puro en polvo.
- **Tonalidad aparente:** breve descripción indicativa del color, basada sobre la interpretación de los parámetros CIE L\*a\*b\*.
- **Poder cubriente:** es la capacidad de un pigmento de cubrir la superficie, impartiendo el propio color. El poder cubriente depende sobre todo del índice de refracción, de la granulometría y del ligante usado.
- **Resistencia a la cal:** en aplicaciones a fresco o con medios básicos es importante la elección del pigmento ya que el pH elevado puede alterar la estructura del mismo y modificar sus propiedades, sobre todo por lo que se refiere a la tonalidad.
- **Resistencia a la humedad:** es un dato a tener en cuenta sobre todo para pinturas en exterior o si la técnica pictórica prevé el uso de poco ligante o de ligantes "magros".
- **Resistencia a la luz:** es sabido que muchos colores, si se tienen bajo irradiación directa, tienden a blanquecer. Esto sucede sobretodo por el componente ultravioleta de la luz solar, que modifica la estructura química de los compuestos, en particular de los orgánicos. En general, los pigmentos inorgánicos son más resistentes a la luz que los colorantes orgánicos.

Además de estas características, es necesario tener en cuenta la compatibilidad química entre varios pigmentos con los ligantes, y la toxicidad de los compuestos. Otro dato importante y poco considerado de los pigmentos modernos es la correspondencia entre el nombre y el compuesto. Muchos de los pigmentos hoy en comercio conservan el nombre histórico, si bien, a menudo se han aportado mejoras en la composición para aumentar el poder cubriente, resistencia a los distintos factores y/o disminución de la toxicidad, manteniendo una tonalidad análoga al pigmento original. Estas indicaciones se refieren también a los PIGMENTOS PUROS CTS que, por lo tanto, son solo confrontables con pigmentos de análoga composición y no de análoga nomenclatura.

## PIGMENTOS INORGANICOS SINTETICOS

### PIGMENTOS BLANCOS

	BLANCO DE TITANIO 0241	BLANCO DE ZINC 0240
<b>Composición química</b>	TiO <sub>2</sub> (mínimo 95%) e hidróxido de aluminio.	ZnO de elevada pureza
<b>Color Index</b>	PW6-77891	PW4-77947
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 80.32 a -0.17 b -0.67	L 89.58 a -0.19 b 2.8
<b>Tonalidad</b>	Blanco frío, opaco	Blanco neutro, semi-transparente
<b>Resistencia a la cal</b>	Media	Escasa
<b>Resistencia a la humedad</b>	Media	Media
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Elevada
<b>Poder cubriente</b>	Elevado	Medio

El Blanco de Titanio es un pigmento blanco muy cubriente, compuesto de bióxido de titanio anhídrido de elevada pureza. Puede usarse en cualquier técnica pictórica y se usa también como base opaca en la preparación de estucados de varios tipos (yeso, epoxídico, etc.). Permanece prácticamente inalterado por bases y ácidos fuertes y no se ve afectado por el calor. No presenta particulares incompatibilidades químicas con otros pigmentos. En aceites da un film que tiende a no secar bien, especialmente si se usa puro y por esto es aconsejable añadir oportunas cantidades de blanco de zinc para evitar la formación de film espumosos.

El blanco de Zinc está compuesto preferentemente de óxido de zinc anhidro. Adecuado sobre todo para veladuras, y más en medios acuosos (tempera, acuarela, acrílico, etc.). Sensible tanto a ácidos como a bases, se desaconseja el uso en frescos. En aceites el secado es lento, sobre todo en el de amapola, por lo que se aconseja añadir una pequeña cantidad de resina damar o mastic. El óxido de zinc absorbe las radiaciones ultravioletas por debajo de los 370 nm y tiene propiedades anti-amarilleanes, pero crea film con tendencia a agrietarse, especialmente si se usa puro, ya que reacciona con los ácidos contenidos en el aceite (proceso de jabonificación). No presenta particulares incompatibilidades químicas con otros pigmentos; toda vez que siendo buen absorbente de rayos UV, puede acelerar la acción de degradación de la luz a los colores con los que se mezcla, sobretodo en acuarelas y en presencia de pigmentos poco resistentes a la luz, como muchos compuestos orgánicos y el Azul de Prusia. A causa de la humedad, tiende a transformarse en carbonato de zinc, con mínimo poder cubriente y se usa con precaución en exteriores, sobre todo con ligantes magros. Un fuerte calor puede hacerlo girar al amarillo, pero vuelve a ser blanco cuando se enfría.

<sup>(1)</sup> dos asociaciones americanas Society of Dyers and Colourists y American Association of Textile Chemists and Colorists.



#### PIGMENTOS AZUL Y VIOLETA

	AZUL DE PRUSIA 0340	AZUL ULTRAMAR PURO 0561	VIOLETA ULTRAMAR PURO 0560	AZUL COBALTO 0558	AZUL CERULEO 0602
<b>Composición química</b>	Fe(CN <sub>6</sub> )NH <sub>4</sub> M <sup>+</sup> (M=Na, K)	indicativamente (Na,Ca) <sub>4</sub> (Al,SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ,S,Cl)	indicativamente (Na,Ca) <sub>4</sub> (Al,SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ,S,Cl)	CoO*Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , (Na,Ca) <sub>4</sub> (Al,SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ,S,Cl)eTiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *CoO, óxido de cromo e cobalto
<b>Color Index</b>	PB27-77510/77520	PB29-77007	PV15-77007	PB28-77346 / PW6-77891 / PB29-77007	PB36-77343
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 4.69 a 9.95 b -21.82	L 35.52 a 18.91 b -53.84	L 50.3 a 18.88 b -28.73	L 52.02 a 4.58 b -42.25	L 41.48 a -23.19 b -28.48
<b>Tonalidad</b>	Azul oscuro tiende al violeta	Azul profundo puro, frío	Violeta medio, tiende al lila	Azul medio, frío	Azul intenso con tonos verdosos
<b>Resistencia a la cal</b>	Insuficiente	Buena	Buena	Buena	Elevada
<b>Resistencia a la humedad</b>	Escasa	Buena	Buena	Buena	Elevada
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Elevada	Buena	Buena	Elevada
<b>Poder cubriente</b>	Medio	Buena	Medio	Buena	Elevada

El Azul de Prusia es un pigmento sintético de granulometría particularmente fina, característica que lo hace utilizable como colorante para pieles, plásticos, papel, etc. Puede usarse con medios oleosos o acuosos. Particularmente adecuado a la técnica a acuarela y en las técnicas en papel. No adecuado para técnicas a fresco, preparación de morteros, marmoleado y estucados en base cal. No obstante la presencia de cianuros, el Azul de Prusia tiene una toxicidad no elevada, debida al fortísimo ligante del complejo Fe-CN. En ambiente ácido, por efecto del calor o fuerte irradiación UV puede liberar humos de ácido cianhídrico, muy tóxicos; se desaconseja por tanto el uso en pinturas para exteriores.

El Azul ultramar puro y el Violeta ultramar puro se pueden usar en el sector de las bellas artes en medios tanto oleosos como acuosos. En álcalis fuertes (pH 12-14) no se descomponen, pero tienden a volverse de color gris en exceso de cal o en contacto con ácidos (incluso débiles); son por tanto desaconsejables en frescos y en ambientes exteriores. Pueden usarse como agentes colorantes en la preparación de estucos al yeso, epoxidicos, etc. Se alteran en contacto con pigmentos que contienen plomo, por formación de sulfuros negros.

El Azul Cobalto y el Azul Cerúleo son pigmentos de síntesis a imitación de los pigmentos históricos. Tienen elevadas características físico-químicas que permiten el uso de cualquier técnica pictórica y ambiente. En particular, el Azul Cobalto 0558 puede sustituir al Azul de Cobalto en la producción de cerámicas en frío, pero no resiste la cocción a 1000°C. Pueden usarse como agentes colorantes en la preparación de morteros, marmoleado, estucos de varios tipos. En la técnica de óleo, los pigmentos que contienen cobalto catalizan el secado del óleo.

#### PIGMENTOS AMARILLOS Y ROJOS DE CADMIO

	AMARILLO CADMIO CLARO 0550	AMARILLO CADMIO OSCURO 0551	ROJO CADMIO CLARO 0554	ROJO CADMIO MEDIO 0553	ROJO CADMIO OSCURO 0555
<b>Composición química</b>	CdS*ZnS+BaSO <sub>4</sub>	CdS*ZnS+BaSO <sub>4</sub>	CdS*CdSe+BaSO <sub>4</sub>	CdS*CdSe+BaSO <sub>4</sub>	CdS*CdSe+BaSO <sub>4</sub>
<b>Color Index</b>	PY35 - 77205 / PW21 - 77120	PY35 - 77205 / PW21 - 77120	PO20 - 77202 / PW21 - 77120	PR108 - 77202 / PW21 - 77120	PR108 - 77202 / PW21 - 77120
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 85.61 a -11.23 b 75.37	L 77.49 a 9.24 b 95.19	L 48.89 a 57.98 b 46.95	L 41.9 a 55.14 b 37.47	L 34.49 a 43.1 b 23.49
<b>Tonalidad</b>	Amarillo claro muy intenso, con subtonos verdes	Amarillo intenso dorado, caliente	Rojo vivo, muy intenso	Rojo medio, intenso	Rojo medio profundo
<b>Resistencia a la cal</b>	Media	Media	Media	Media	Media
<b>Resistencia a la humedad</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Poder cubriente</b>	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado

Los amarillos y rojos de cadmio son de la variedad "litopone", sulfuro de cadmio y zinc, con la adición de bario sulfato. Las tonalidades naranja y rojas se obtienen por inclusión siempre creciente de selenio, que sustituye al cadmio en la estructura cristalina, para dar compuestos mixtos (sulfoseleniuro de cadmio, CdS\*CdSe). Dado su elevado poder cubriente, la granulometría particularmente fina y la vivacidad del color son medios ideales para impartir un fondo de coloración en el caso de estucos, marmoleados, etc. Los pigmentos de cadmio permanecen inalterados sea de ácidos fuertes como de bases fuertes, pero reaccionan con ácido nítrico concentrado (fuerte oxidante) liberando vapores rojos y decolorándose. Si se calientan por encima de 300°C modifican su propio color, pero vuelven al color de partida enfriándose. La interacción con pigmentos a base de hierro, cobre, arsénico o plomo puede dar lugar a sulfuros negros, con el consiguiente ennegrecido. La exposición a los agentes atmosféricos (aire, humedad y rayos ultravioletas) puede causar blanqueamientos por la formación de sulfato de cadmio (CdSO<sub>4</sub>, incolora). Los sulfoseleniuros son más resistentes que los amarillos a los agentes atmosféricos, especialmente los tintes más oscuros.





### PIGMENTOS VERDES

	VERDE OXIDO CROMO 0559	VERDE SMERALDO 0557
<b>Composición química</b>	sesquióxido de cromo anhidro (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	CoO*Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> e Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ftalocianina azul y verde
<b>Color Index</b>	PG17 - 77288	PB28 - 77346 / PW6 - 77891 / PG17 - 77288 / PB15 - 74160 / PG7 - 74260
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 43.48 a -13.58 b 14.01	L 53.89 a -28.24 b 2.52
<b>Tonalidad</b>	Verde medio, olivastro	Verde medio, brillante
<b>Resistencia a la cal</b>	Elevada	Buena
<b>Resistencia a la humedad</b>	Elevada	Elevada
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Buena
<b>Poder cubriente</b>	Elevada	Bueno

El Verde Oxido Cromo tiene un color verde apagado y es muy opaco. Es un color muy estable, en cualquier condición y puede por tanto ser usado en cualquier técnica (fresco, óleo, tempera, etc.) y ambiente.

El Verde Esmeralda, como el Azul Cerúleo, es una imitación del color histórico de análoga nomenclatura. Puede usarse en cualquier técnica pictórica, tanto en ambientes internos como externos. Acelera el secado del óleo por la presencia de cobalto.

### PIGMENTOS INORGANICOS NATURALES

En general todas las tierras descritas a continuación, así como los negros y los pardos naturales, se pueden usar en cualquier técnica pictórica (óleo, tempera, fresco, encausto, etc.) ya que son extremadamente estables. Por el mismo motivo son usadas como agente colorante en la preparación de morteros, marmoleados, estucos de varios tipos, incluso en exterior.

### TIERRAS AMARILLAS

	AMARILLO OXIDO 0325	TIERRA AMARILLA 0269	AMARILLO OCRE 0324	OCRE DUNKEL 0276	OCRE HABANA 0275
<b>Composición química</b>	α-FeO(OH)	α-FeO(OH), CaCO <sub>3</sub> , CaSO <sub>4</sub>	α-FeO(OH), CaCO <sub>3</sub> , CaSO <sub>4</sub>	α-FeO(OH), MnO <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> , CaSO <sub>4</sub>	α-FeO(OH), MnO <sub>2</sub> , CaCO <sub>3</sub> , CaSO <sub>4</sub>
<b>Color Index</b>	PY42 - 77492	PY42 - 77492	PY42 - 77492	PY42 - 77492 / PBr7 - 77491	PY42 - 77492 / PBr7 - 77491
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 61 a 13.05 b 45.07	L 64.61 a 11.58 b 46.02	L 67.8 a 12.7 b 49.04	L 53.9 a 14.48 b 31.72	L 51.99 a 9.33 b 30.82
<b>Tonalidad</b>	Amarillo claro, dorado	Amarillo claro, dorado	Amarillo brillante, dorado	Amarillo medio, dorado	Amarillo medio, dorado
<b>Resistencia a la cal</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Resistencia a la humedad</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Poder cubriente</b>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Las tierras amarillas son conocidas como ocre, compuestos naturales más o menos impuros, que pueden contener también compuestos orgánicos como betún y sustancias húmedas. El color de las tierras amarillas es debido a la presencia de hidróxido férrico (α-FeO(OH)), mineralmente conocido como goethita, asociado a minerales arcillosos entre el 15-20% y el 60-70%; esta composición variable hace posible la existencia de numerosas ocre amarillas, desde tonalidad más o menos dorada. A diferencia de las Tierras de Siena, que tienen a veces una tonalidad verdosa. Por calentamiento en torno a 300°C, se obtiene sesquióxido de hierro de color rojo anaranjado (ver tierras rojas). Las tierras son insolubles en álcalis y parcialmente solubles en ácidos, dejando la arcilla como cuerpo de fondo.

### TIERRAS ROJAS

	MORADO 0343 (CAPUT MORTUM)	TIERRA ROJA 0270	ROJO ERCOLANO 0316	ROJO POZZUOLI 0318	ROJO VENETO 0315
<b>Composición química</b>	Mezcla de óxido de hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>Color Index</b>	PR101 - 77491	PR101- 77491	PR101 - 77491	PR101- 77491	PR101- 77491
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 26.47 a 9.02 b 7.07	L 33.99 a 21.52 b 24.24	L 41.46 a 36.4 b 36.32	L 41.72 a 31.66 b 33.15	L 36.04 a 20.81 b 22.65
<b>Tonalidad</b>	Rojo anaranjado	Rojo	Rojo anaranjado	Rojo anaranjado	Rojo



	oscuro, caliente	anaranjado medio, opaco	medio, caliente	medio, caliente	anaranjado medio, opaco
<b>Resistencia a la cal</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Resistencia a la humedad</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Poder cubriente</b>	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado	Elevado

Las tierras rojas se encuentran a menudo en las regiones volcánicas. Producidas por calentamiento de tierras que contienen hidróxidos de hierro. El color de las tierras rojas (ocre rojas) es imputable esencialmente a la presencia de sesquióxido de hierro(III) ( $Fe_2O_3$ ), normalmente asociado a minerales del grupo de las arcillas y en parte a compuestos silicáticos amorfos. En mineralogía este sesquióxido se identifica como hematites.

### TIERRAS VERDES

	TIERRA VERDE 0264	TIERRA VERDE NICOSIA 0282
<b>Composición química</b>	Silicatos ferrosos y férricos de potasio, manganeso y aluminio	Silicatos ferrosos y férricos de potasio, manganeso y aluminio
<b>Color Index</b>	PG23 - 77009	PG23 - 77009
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 58.03 a -9.83 b 13.05	L 61.63 a -13.21 b 2.23
<b>Tonalidad</b>	Verde medio, opaco y verdoso	Verde medio, opaco azulado
<b>Resistencia a la cal</b>	Buena	Buena
<b>Resistencia a la humedad</b>	Buena	Buena
<b>Resistencia a la luz</b>	Buena	Buena
<b>Poder cubriente</b>	Medio	Medio

Las tierras verdes varían mucho en función de la génesis y de la proveniencia. Las especies mineralógicas que determinan la coloración de estas tierras son principalmente de los silicatos hidratos de hierro(II), magnesio y álcali. Contienen ácido silícico. El mineral glauconita ( $(K,Na)(Fe_{III},Al,Mg)_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2$ ), por ejemplo, es el principal factor colorante de las tierras verdes de Niza y Nicosia, con tonalidad ligeramente más azulada que las clásicas tierras verdes, que deben su coloración a silicatos ferromagnesianos (principalmente biotita,  $K(Mg,Fe_{III})(Fe_{III},Al)Si_4O_{10}(OH)_2$ ) generalmente presentes en productos que derivan de alteración de rocas volcánicas (tierras verdes de Brentonico y del Veronese), con tonalidad más verdosa.

### TIERRAS DE SIENA

	TIERRA DE SIENA NATURALE 0263	TIERRA DE SIENA TOSTADA 0262
<b>Composición química</b>	$\alpha-FeO(OH)$ , $Al_2O_3 \cdot MnO_2$ , $SiO_2 \cdot H_2O$	$Fe_2O_3$ , $Al_2O_3 \cdot MnO_2$ , $SiO_2$
<b>Color Index</b>	PY42 - 77492	PBr7 - 77491
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 51.74 a 13.68 b 37.39	L 38.6 a 23.55 b 31.71
<b>Tonalidad</b>	Amarillo oscuro, dorado	Pardo dorado, opaco
<b>Resistencia a la cal</b>	Elevada	Elevada
<b>Resistencia a la humedad</b>	Buena	Buena
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Elevada
<b>Poder cubriente</b>	Buena	Buena

Las tierras de Siena son particulares tipos de ocre, que contienen hasta el 50-60% de goethita ( $\alpha-FeO(OH)$ ) o ematita ( $Fe_2O_3$ ) y hasta el 1% de un mineral oscuro compuesto por bióxido de manganeso ( $MnO_2$ ), llamado pirolusita. Se encuentra también ácido silícico ( $SiO_2 \cdot H_2O$ ). Las características físico-químicas son similares a los ocres amarillos y rojos. El secado del aceite se acelera por la presencia de Manganeseo. Esta característica, unida a la alta absorción de aceite, hace que la películas tiendan a ser frágiles y su uso en aceite sea entonces limitado.

### TIERRAS DE SOMBRA

	TIERRA SOMBRA NATURAL 0266	TIERRA SOMBRA TOSTADA 0261	TIERRA SOMBRA CHIPRE NATURAL 0274	TIERRA SOMBRA CHIPRE TOSTADA 0272
<b>Composición química</b>	$Fe(OH)_3 + Al_2O_3 + SiO_2 \cdot 2H_2O + MnO_2 +$ arcillas e impurezas	$Fe(OH)_3 + Al_2O_3 + SiO_2 \cdot 2H_2O + MnO_2 +$ arcillas e impurezas	$Fe(OH)_3 + Al_2O_3 + SiO_2 \cdot 2H_2O + MnO_2 +$ arcillas e impurezas	$Fe(OH)_3 + Al_2O_3 + SiO_2 \cdot 2H_2O + MnO_2 +$ arcillas e impurezas



<b>Color Index</b>	PBr7 - 77491	PBr7 - 77491	PBr7 - 77491	PBr7 - 77491
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 35.13 a 4.21 b 14.01	L 39.21 a 13.84 b 23.11	L 32.64 a 9 b 24.07	L 21.95 a 7.21 b 13.05
<b>Tonalidad</b>	Pardo opaco, verdoso	Pardo opaco, dorado	Pardo amarillento, opaco	Pardo oscuro, opaco
<b>Resistencia a la cal</b>	Buena	Elevada	Buena	Elevada
<b>Resistencia a la humedad</b>	Buena	Elevada	Buena	Elevada
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada
<b>Poder cubriente</b>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Las tierras Sombra tienen un elevado contenido de bióxido de manganeso y si se calcinan dan trazos rojizos (tierra Sombra tostada), con características físico-químicas similares a las tierras naturales. El color es principalmente debido a la presencia de óxidos de manganeso y de hierro(III), finamente dispersos dentro de un matiz arcilloso. En las técnicas al óleo se debe saber que la presencia de manganeso promueve el secado del óleo y el film resultará frágil.

#### PARDOS Y NEGROS NATURALES

	<b>PARDO CASSEL 0260</b>	<b>NEGRO ROMA 0268</b>	<b>NEGRO VID 0321</b>	<b>NEGRO MARFIL 0597</b>	<b>NEGRO HUMO 0341</b>
<b>Composición química</b>	Mezclas de óxidos de hierro y manganeso Fe(OH) <sub>3</sub> *Mn	Mezcla de carbonato de calcio, manganeso e hierro	Mezcla de óxidos naturales y carbono	Cenizas de huesos animales y fosfatos	Carbón amorfo hasta el 99%
<b>Color Index</b>	PBr7 - 77491	-	PBk8 - 77268	PBk9 - 77269	PBk6 - 77266
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 22.88 a 3.49 b 5.79	L 27 a 1.14 b 4.69	L 18.89 a 0.69 b 2.55	L 12.56 a 0.54 b 2.45	L 9.98 a -0.45 b -0.49
<b>Tonalidad</b>	Pardo oscuro, neutro	Negro pardo, neutro	Negro neutro	Negro profundo neutro	Negro profundo, frío
<b>Resistencia a la cal</b>	Buena	Elevada	Elevada	Elevada	Buena
<b>Resistencia a la humedad</b>	Buena	Buena	Buena	Elevada	Elevada
<b>Resistencia a la luz</b>	Elevada	Elevada	Elevada	Elevada	Buena
<b>Poder cubriente</b>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Los pardos y negros naturales son pigmentos derivados de la carbonización de materiales como huesos de animales, marfil, restos de vid, o bien sustancias bituminosas naturales. Tienen una estructura prevalentemente amorfa y contienen impurezas variables según el material de donde procedan. Las impurezas determinan también las diferentes propiedades como la transparencia, la compatibilidad con médium aceitosos y la tonalidad. Los pigmentos que contienen manganeso, son más cubrientes y favorecen el secado del óleo.

#### MINERALES ORGÁNICOS

	<b>ROJO CINABRO 0604</b>	<b>ROJO LACADO CLARO 0307</b>	<b>ROJO LACADO OSCURO 0308</b>	<b>AZUL ERCOLANO 0303</b>	<b>VERDE CAL 0286</b>
<b>Composición química</b>	colorante orgánico (naftol) fijado sobre base mineral	colorante orgánico (naftol) fijado sobre base mineral	colorantes orgánicos (naftol) fijado sobre base mineral	colorante orgánico (ftalocianina Azul) fijado sobre base mineral	colorantes orgánicos (monoazo y ftalocianina verde) fijado sobre base mineral
<b>Color Index</b>	PR170 - 12475	PR112 - 12370	PR112 - 12370 / PR12 - 12385	PB15 - 74160	PY74 - 11741 / PG7 - 74260
<b>Datos CIE L*a*b*</b>	L 42.94 a 55.42 b 26.94	L 49.72 a 56.05 b 30.97	L 43.25 a 47.46 b 13.05	L 53.16 a -20.66 b -31.74	L 56.2 a -41.98 b 24.23
<b>Tonalidad</b>	Rojo medio intenso	Rojo medio brillante	Rojo oscuro intenso	Azul medio intenso, con sub tonos verdosos	Verde claro brillante



<b>Resistencia a la cal</b>	Buena	Escasa	Escasa	Escasa	Escasa
<b>Resistencia a la humedad</b>	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
<b>Resistencia a la luz</b>	Media	Media	Media	Buena	Media
<b>Poder cubriente</b>	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

La categoría de los minerales orgánicos establece una línea entre el pigmento en sentido estrecho (mineral inorgánico) y el colorante orgánico. Estos compuestos se obtienen dispersando el colorante orgánico en seco sobre una base inorgánica. La base inorgánica sobre la cual el colorante se dispersa está compuesto principalmente por carbonatos y sulfatos de calcio, con el añadido de agentes bañantes y dispersantes aniónicos, para aumentar la superficie de contacto entre las moléculas orgánicas y el soporte inorgánico. Este tratamiento hace que el colorante orgánico insoluble y le confiere un mayor poder cubriente. Los compuestos orgánicos presentes en los pigmentos puros CTS pertenecen a tres familias: el naftol, las ftalocianinas y los monoazo. Se pueden utilizar en todas las técnicas pictóricas tanto a base acuosa (temperas, acrílicos, vinílicos, etc.) como a base oleosa. No son aconsejables en las técnicas a fresco y en ambientes externos a excepción del Rojo Cinabrio.

La información contenida en esta ficha técnica se basa en nuestro conocimiento y pruebas de laboratorio en la fecha de la última versión. El usuario debe comprobar la idoneidad del producto para cada uso específico de las pruebas preliminares, y deben respetar las leyes y reglamentos vigentes en materia de higiene y seguridad. C.T.S. España S.L. garantiza una calidad constante del producto, pero no se hace responsable de los daños causados por un uso incorrecto del material. Este producto está destinado exclusivamente para uso profesional. Además, pueden cambiar en cualquier momento de los componentes y los envases sin ningún tipo de comunicación.



## 42000 Vermilion, synthetic, Mercuric Sulfide

Chemical name: Mercuric sulfide; HgS  
Common name: Vermilion  
Formula: HgS (C.I. 77766)  
CAS no.: 1344-48-5  
Chemical family: C.I. Pigment Red 106

### Physical properties:

Appearance: yellowish red, very fine, odorless powder, without crystallines  
Molecular weight: 232.68  
Theoretical content: 86.22 % Hg  
Solubility: soluble in a mixture of HCl / HNO<sub>3</sub>, under separation of sulphur

### Specifications:

Humidity: 0.5 % max.  
Oil absorption: 7 - 12 %  
Remainder through 300 mesh: 1.5 % max.

### Application:

Vermilion can be used as pigment, as part of fluorescent products on the basis of cadmium sulfide, as catalyst for organic synthesis.

### Storage:

Store in a tightly closed container, protect from light.

### Method of Measuring the Content of Vermilion

Generally, the content of Vermilion is 99 %

The method of measuring the content of Vermilion is by using effective liquid phase chromatography (HPLC) method to measure the content of Vermilion.

The principal constituent of Vermilion is HgS. After the sample is dissolved, take two ethyl dithio-amino sodium formate sodium formate (DEDTC) as the synergist, use again HPLC to carry on the separation measurement to the Hg-DEDTC preparation.

The condition of chromatograph should be: Waters X-Terra the C18 column, (adjust pH take the methyl alcohol - 0.01 mol/L sodium hydrogen phosphate with phosphoric acid to 7.5) (including 0.01% (quality score) DEDTC) (comparison of volume to as 73:27) as the flowing, the speed of flow is 0.8 ml/min, the examination wave length is 270 nm, the column warm is 35 °C.

When the mass concentration of Hg<sup>2+</sup> is 10.1 mg/L~100.9 mg/L, its density and the Hg-DEDTC preparation peak area will present good linear relations, the correlation coefficient is 0.9996. The average of return-ratio is 97.0%~100.8%, RSD is 1.8%~2.3%.

(The above method of measuring the content of Vermilion is given in good faith but without obligation.)



## 47000 Vine Black

Chemical composition: C  
Color Index: Pigment Black 8

Black color, insoluble in water. Obtained by the dry distillation of plant waste (e.g. pomace, bark, chestnut, etc.). Vine black consists of carbon, insoluble carbon compounds and ashes.

Vine black can be mixed with oil varnish, size solution or spirit varnish.

### Chemical and Physical Properties

pH-Value	ca. 9	DIN ISO 787-9
Density	ca. 1.5 g/cm <sup>3</sup>	DIN EN ISO 2811-1
Bulk density	ca. 500 g/l	DIN 53600
Volatile components	max. 11 %	Infrared method LABPA003.V01
Ignition residues	ca. 19 %	DIN 53552
Carbon content	ca. 70 %	calculated value
Specific surface	10 m <sup>2</sup> /g	DIN 66132
Oil value	95 ± 5 ml/100 g	DIN EN ISO 787-5
Average particle size	< 70 μm (max. 15-50)	acc. CILAS



## 10200 - 10210 **Azurita**

La **Azurita** es un Carbonato de Cobre natural; contiene cobre. Conocida desde la Antigüedad como Lapis Armenius, la Azurita presenta una tonalidad del azul más verdosa que el Lapislázuli. Formulación química:  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ , PB 30.

### **Azurita "Michael Price" (MP)**

La Pintura Medieval Europea esconde muchos secretos, y es por ello que se suele hablar de "los secretos de los antiguos maestros". La pintura, como otras artes, se regulaba a través de los gremios, y los miembros de un gremio sólo intercambiaban las recetas de determinados procesos entre ellos mismos. De muchas de estas recetas no ha quedado documentación escrita alguna, lo que las convierte en un rompecabezas para muchos restauradores y artistas de hoy día. Uno de esos *misterios sin resolver* de la técnica pictórica es por qué la Azurita mezclada en aceite no siempre se volvía verde: la Azurita contiene cobre, el cual se caracteriza por volverse verde en medios ácidos, tales como el aceite de linaza. Uno de nuestros clientes ha desarrollado un método para mantener la sutil tonalidad azulada del pigmento en el aceite, consistente en cubrir las partículas del pigmento con una proteína; como proceso complementario, las partículas se seleccionan según su pureza y tamaño, consiguiéndose varias tonalidades nuevas y brillantes que se pueden usar en la pintura al óleo. Varios análisis científicos han demostrado la presencia de una capa de proteína en las partículas de pigmentos de cobre históricos: el IRPA de Bruselas ha encontrado esta proteína en la mayoría de los pigmentos usados por los hermanos Van Eyck. Ahora podemos ofrecer a nuestros clientes la línea de los pigmentos de Azurita "Michael Price". Su tonalidad es de una pureza especial y varía de un color a otro, según tamaño de partícula.

- 10201 **Azurita MP**, extra oscura, 100-125  $\mu$
- 10203 **Azurita MP**, extra oscura, 80-100  $\mu$
- 10204 **Azurita MP**, oscura, 63-80  $\mu$
- 10206 **Azurita MP**, azul claro, 38-63  $\mu$
- 10207 **Azurita MP**, tono verdoso claro, partícula inferior a 38  $\mu$
- 10208 **Azurita MP**, exclusiva, el azul más claro disponible, partícula inferior a 38  $\mu$

### **Azurita mineral**

El mineral de azurita se da varias zonas del mundo en depósitos secundarios de vetas de cobre, donde se halla frecuentemente asociada con malaquita, un carbonato básico de cobre. La azurita es un mineral cristalino, y en su empleo como pigmento debe de molerse más bien gruesa, ya que una molienda excesivamente fina le resta intensidad y poder de tinción. Tradicionalmente se ha venido usando en técnicas al temple, ya que el aceite la vuelve oscura y arcillosa, perdiendo la viveza que muestra en la ténpera.

Para la aplicación de Azurita y Malaquita en lechada de cal, utilizar siempre una argamasa fresca; una lechada vieja puede provocar un viraje de color.

- 10200 **Azurita**, standard, 0-120  $\mu$ , PB 30
- 10210 **Azurita**, molido extrafino, 0-80  $\mu$ , PB 30



## 42100 Carmin Naccarat

Identification: C.I. No 75740, Natural Red 4:1, E No. E 120

Description: Red lake powder, obtained from the aqueous extract of the Coccus Cacti, which under certain conditions forms a complex with aluminium and calcium salts, known as Natural Carmine. The coloring principle is Carminic Acid. Carmine is soluble in alkaline water and acid solution

Coloration: Red to red-orange at pH 3 to 7. At pH above 8, it gives a red to a purple-red color.

Concentration: 60 % Carminic Acid (FCCII)

### Certificate of Analysis

<i>Parameter</i>	<i>Specification</i>	<i>Result</i>
Total color content	60.0 ± 0.25 %	60.0 %
Humidity	≤ 15.0 %	9.1 %
L	70 – 74	72.45
a	17 – 20	18.32
b	1 – -1	-0.23
<i>Heavy metals</i>		
Lead (Pb)	≤ 2 ppm	< 2 ppm
Arsenic (As)	≤ 1 ppm	< 1 ppm
Mercury (Hg)	≤ 1 ppm	< 1 ppm
Cadmium (Cd)	≤ 1 ppm	< 1 ppm
Total heavy metals (as Pb)	≤ 40 ppm	< 40 ppm
<i>Microbiological Analysis</i>		
Total plate content	≤ 10,000 cfu/g	< 10,000 cfu/g
Moulds and Yeasts	≤ 100 cfu/g	< 100 cfu/g
Coliforms	≤ 10 cfu/g	< 10 cfu/g
St. Aureus	≤ 10 cfu/g	< 10 cfu/g
E. Coli	absent in 25 g	absent
Salmonella	absent in 25 g	absent

Regulation: Carmine conforms to the EC Directive 95/45/EC as E 120 and conforms to the purity criteria for E 120 (Carmine)

Application: Food (soups, meat products, spices), cosmetic, pharmaceutical industry.

Storage and Prevention: Store in a cool, dry location in the original container.  
 Protect from moisture.  
 Prevent from humidity.





## 36020 Lac Dye

Made from coccus lacta secretion, C.I. Natural Red 25  
synonyms: gum lac, Indian lake

Lac dye is a yellowish red powder. Dissolved in water it turns bluish, dark red.  
Lac dye is soluble in ethyl alcohol and methyl alcohol, also in acetone and acetic acid.  
Lac dye is partially soluble in water and ether.  
Lac dye is very lightfast and resistant to temperature, it melts at 180°C and decomposes at approx. 230°C.

Lac dye may be used for dyeing of textiles, such as silk, cotton, wool.  
It may also be used for oil painting, in shellac varnishes and possibly in watercolors.

Excerpts from Artist's Pigments c. 1600-1835 (R.D. Harley):

Lac dye is obtained from the females and eggs of the insects known as *Coccus lacca*, which infest various trees, especially fig trees, indigenous to Asia and India. They, and kermes and cochineal insects, are of a type commonly called "shield-louse", as they are small and round with a shield on the back. Female lac insects have vestigial wings and legs and spend their whole life gathered in large clusters on host plants. When lac dye is harvested, its animal origin is virtually unrecognisable, because it is a solid substance made up of bodies of female insects which are dead, each with some 200 to 500 unhatched eggs, all surrounded by a brown-red, hardened exudation. Individual insects are not visible, and the whole substance looks like some form of growth on the host plant. It is collected by breaking off lac-bearing branches before the larvae hatch. Some lac is left, and at swarming time the larvae of minute size can be seen for a few days moving about to find a place on the tree to settle and feed.

In ancient times Asiatics, who were able to observe the life cycle, knew that lac was a substance of animal origin, so various names meaning "little worm" were developed for lacca and similar insects. To Europeans, however, lac appeared to be part of the sticks on which it was imported, thus the name *coccus* (berry or acorn) was attached to lac and later to the live insects, a misnomer for which the ancient Greeks and Romans are held responsible.

Discussion on the confused nomenclature connected with a number of red pigments has been undertaken by other writers. The origin of the links between Latin *coccus* and *granum* and English grain (all of which are associated with the idea that lac was a seed or berry), and the links between *kermes* and *vermiculum* (both meaning little worm) are to be found during the medieval period and they are ably discussed by Thompson. When continuing the discussion with special reference to seventeenth-century England, it is possible to ignore the name grain, which, apart from its specialised use in textile dyeing, was obsolete. Nevertheless, the seventeenth century presents an additional problem in that the words *cinnabar* and *sinopia* were wrongly associated with the name *sinoper lake*, which may have been a development of the medieval name cynople (Latin *sinopia*) mentioned by Thompson.

Sinoper lake and the variation *topias* are to be found in sources dating from the late sixteenth and early seventeenth centuries. The composition of both is uncertain; Thompson states that medieval cynople was a composite lake, and it seems that sinoper may have been similar, for that mentioned in B.M. MS. Sloane 1394 was derived from the dye in scarlet cloth.

Parkinson's herbal contains an explanation that lac is formed by "winged ants" which settle on trees, that the substance is sometimes imported on sticks (stick lac), or, after it has been cleared from the sticks and melted, it can be imported in cake form, or in thin pieces (shellac). In order to amplify Parkinson's description, it is worth adding a few comments taken from a modern authority. When the dead insects are stripped from the branch and crushed, the seed or grain lac, as it is then called, is immersed in hot water to separate the grains from the coloring matter, the liquid is evaporated, and the residue which remains may be then formed into cakes for use as a dye. It was worth importing untreated stick lac, because it was capable of providing a greater quantity of coloring matter than the cakes. Eighteenth century customs records support this view, for, in 1700, 25.543 pounds of stick lac and 26.440 pounds of shellac were imported. In later years the quantity was twice that of stick lac, but considerable quantities of both were imported; in 1760, stick lac amounted to 170.780 pounds as compared with 349.630 pounds of shellac. Naturally, it was not all used as a dye, for lac had other uses in lacquers and varnishes.

During the seventeenth century, ready-prepared lake pigment was often distinguished by a place name. Florentine lake and lakes from Venice and Antwerp are mentioned quite frequently in literary sources, the Italian products being most

Page 1 of 2

Kremer Pigmente GmbH & Co. KG · Hauptstr. 41-47 · DE-88317 Aichstetten · Tel. 0049 7565 914480 · info@kremer-pigmente.com · www.kremer-pigmente.com

We do not assume any warranty for the guidance shown above. In any case, we recommend production and evaluation of samples.



highly recommended. Hilliard states that lake from Antwerp is quite good, and Gyles follows him, stating somewhat grudgingly that it is "indifferently good". It is noticeable that two of three places mentioned were the most important ports in Europe during the sixteenth century, and that it seems likely that their reputation for superior lakes rests on the fact that they monopolised trade and had first choice of the best raw materials. The tradition that the best lakes came from there lasted throughout the seventeenth century, but it would be wrong to assume that good lakes were not made elsewhere at that time. Norgate does not refer to European sources but speaks of Indian lake as being the best. It was important to obtain a good-quality Indian lake pigment, because as an artists' color it presented some difficulties. General opinion amongst painters in oils was that it required much grinding and that it took several days to dry, so long in fact that it necessitated the addition of an artificial drier. If stored in bladders, which were the usual containers for oil colors, the color had a tendency to grow fat and unusable. There appears to have been some difference of opinion as to how much grinding lake required for preparation as a water color. Nevertheless, there was general agreement that, in addition to the usual gum medium, a small addition of sugar candy was required to prevent cracking in the shell. Some sources contain the suggestion that a little ear wax should be mixed in as well, the reason, implied but not explained, being that the addition would improve the flow of the color. It is evident that the actual paint presented some difficulties in use, whether it was oil or water color, but because of its transparency and its color it was extremely versatile.

Indian lake could be used in full saturation to shade other reds, used on its own as in the crimson drapery backgrounds described by Norgate, and, above all, it could be reduced most successfully with a large proportion of white to provide excellent flesh tints. Its versatility made it well worth its high price, its value being second only to ultramarine.



## 372141 Madder Lake, HOFF,

C.I. Natural Red 9

deutsch.: Krapplack  
frz.: laque de garance  
Other names: Alizarin red, purpurin, natural rose madder,

A brilliant dark red hue, very finely ground pigment. Madder Lake HOFF is KREMER-made.

Madder was used in ancient Egypt, Greece, and Rome for dyeing textiles and, to some extent, for making pigments. It was said to have been introduced into Italy by the Crusaders. By the 13th century, madder was being cultivated on a fairly large scale in Europe, but there is not evidence of its use in medieval or Renaissance painting. Madder lake was most widely used in the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> century, though never as extensively as the ruby-like lakes made from kermes, cochineal, brazilwood, and lac.

In 1826 two French chemists, Robiquet and Colin, isolated the coloring principles of madder – alizarin and purpurin – by treating the root with sulfuric acid. The resulting extract, known as garancine, was used to make madder lakes, rose madder, and madder carmine. Prior to this improvement, madder lake had been so costly that its use was confined to miniature painting. For fifty years afterward, no other ruby-red or rose-pink coloring matter gave better or more permanent results.

Synthetic alizarin was first made in 1868. In the following years, madder lake was superseded by alizarin crimson, a pigment superior to it in every respect. Synthetic alizarin did not replace natural madder immediately. The French government attempted to protect its madder-growing industry by making it mandatory to use madder in dyeing trousers for the army. Since many 19<sup>th</sup>-century painters believed that alizarin did not have the delicacy of subtlety of rose madder, the latter continued to be available into the 20<sup>th</sup> century. Today, most painters prefer alizarin, but a few artists' colors made from rose madder can still be found among the European brands. In typical form, rose madder is a very pale pink powder; in oil and watercolor, it seems like alizarin crimson enormously reduced with alumina hydrate. When viewed by transmitted light, paint films of rose madder have a pronounced bluish undertone.



Das Sächsische Textilforschungsinstitut e.V. hat im Dezember 2007 eine Lichtechtheitsuntersuchung an folgenden Produkten durchgeführt:

The Sächsische Textilforschungsinstitute e.V. performed lightfastness-tests on the following products:

Bestell-Nr. - Product No.	Produktname	Product Name	in Aquarellmedium - in watercolor medium	in 73075 Dispersion K 52
37391	Saftgrün aus unreifen Kreuzdornbeeren	Sap Green, made from green buckthorn berries	4	5
37217	Krapplack violett-braun aus Wurzeln	Madder Lake violet-brown	1-2	3-4
37202	Krapplack aus Wurzeln	Madder Lake, genuine, made of natural root	4	4-5
37203	Krapplack aus Wurzeln, gelbstichig	Madder Lake, made of roots, yellowish	3	1-2
372141	Krapplack aus Wurzeln, dunkelrot	Madder Lake, brilliant dark red	4	3
372142	Madder Lake, brillantes bordeaux-rot	Madder Lake, brilliant bordeaux red	5	2
37394	Stil de Grain	Stil de grain E, yellow lake	1	1
SA	Krapplack II KREMER	MADDERLAKE II KREMER	3	1-2
SA	Krapplack I KREMER	MADDERLAKE I KREMER	2	1

1 =  
schlecht / poor  
8 =  
sehr gut / very  
lightfast

**TEST: DIN EN ISO 105 B 02**

- Xenotest Beta LM
- medium effective humidity
- max. 50° C (SST)
- (33+/- 2) ° C (PRT)
- Xenochrom 320 (filter system)
- 42 W/m<sup>2</sup> (measured between a spectrum of between 300 and 400 nm)

Material Safety Data Sheet

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**36262 - Lake made of Reseda**



Revised edition: 10.03.2011

Printed: 10.03.2011

**1. Identification of the Substance/Preparation and of the Company/Undertaking**

*Identification of the Product*

Product Name: Lake made of Reseda  
Article No.: 36262  
Use of the Substance/Preparation: Artists' and Restoration Material

*Company*

Company: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG  
Address: Hauptstrasse 41-47, D 88317 Aichstetten  
Tel/Fax: Tel +49 7565 91120, Fax +49 7565 1606  
Internet: www.kremer-pigmente.de, kremer-pigmente@t-online.de  
Emergency No.: +49 7565 91120, Mon-Fri 8:00 - 17:00

**2. Hazard Identification**

Hazard designation: No significant hazard.

**3. Composition/Information on Ingredients**

Chemical Characterization: Natural Yellow 2, C.I. 75590

**4. First Aid Measures**

After inhalation: Take affected person to fresh air.  
After skin contact: Wash off with warm water.  
After eye contact: Rinse open eyes with plenty of water. In case of discomfort seek medical help.  
After ingestion: Rinse mouth with water and drink plenty of water.  
Get medical help.

**5. Fire-Fighting Measures**

Suitable extinguishing media: Use extinguishing media for surrounding fire.  
Protective equipment: Use self-containing breathing apparatus.  
Special hazards: Do not inhale fumes.

**6. Accidental Release Measures**

Personal precautions: No special measures required.  
Environmental precautions: No special measures required.  
Methods of cleaning/absorption: Clean up mechanically. Avoid dust formation.

**7. Handling and Storage**

*Handling*

Instructions on safe handling: Avoid dust formation.

*Storage*

Storage conditions: Store in a cool and dry place.  
Storage class (VCI): 10-13

Material Safety Data Sheet

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**36262 - Lake made of Reseda**



Revised edition: 10.03.2011

Printed: 10.03.2011

### 8. Exposure Controls/Personal Protection

Additional information about design of technical systems:

Provide adequate ventilation.

*Personal protective equipment*

General protective measures:

Do not inhale dust. Do not eat, drink or smoke during work. Wash hands before breaks and at the end of the shift.

Respiratory protection:

In case of formation of dust.

Hand protection:

Protective gloves (EN 374)

Eye protection:

Tightly fitting safety goggles.

### 9. Physical and Chemical Properties

Form:

powder

Odor:

odorless

Solubility in water:

practically insoluble

### 10. Stability and Reactivity

Thermal decomposition/Conditions to be avoided:

Stable if used according to specifications.

### 11. Toxicological Information

Further toxicological effects:

Product is non-toxic.

### 12. Ecological Information

Further ecological effects:

No ecological problems expected.

*Further information*

Water hazard class:

0

### 13. Disposal Considerations

Product:

Dispose of according to official national and local regulations.

Uncleaned packaging:

Dispose of according to official local regulations.

### 14. Transport Information

Further information:

Not classified as a dangerous good under transport regulations.

### 15. Regulatory Information

Designation according to EC Guidelines:

The material is not subject to classification according to EC lists.

Water hazard class:

0, not hazardous

### 16. Other Information

This product should be stored, handled and used in accordance with good hygiene practices and in conformity with any legal regulations.

**Material Safety Data Sheet**

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**36262 - Lake made of Reseda**



**PIGMENTE**

Printed: 10.03.2011

Revised edition: 10.03.2011

---

This information contained herein is based on the present state of knowledge and is intended to describe our product from the point of view of safety requirements. It should be therefore not be construed as guaranteeing specific properties.



### 38010 Aloe, Mosselbay

engl.: aloes

french: aloé

Aloe is the thickened juice from the leaves of various Aloe species. Aloe belongs to the Liliaceae family. It is native to southern Africa, Egypt, India, Mediterranean countries and other countries of this climate. Aloe in commerce is mostly named after its place of origin.

Aloe is extracted by running the juice from the cut leaves and allowing it to dry in the air. An aloe extract can also be made, which is obtained by boiling the dried leaves and allowing the decoction to dry. The extract is considered an inferior product and is used mainly in medicine because of its high content of bitter

substances. According to the appearance of the aloe, a rough distinction is made between two varieties, of which, however, there are also mixed forms: the aloe, which mostly comes from Capeland, is shiny due to the fact that it has been dried over the fire. It may melt during prolonged storage if it contains a lot of salt, which is, however, an impurity. The other variety is called "Leberaloe" and has a dull, resinous leathery brown exterior. The one sold under the name "Aloe Mosselbay" is a Kapitaloe, Port Elisabeth is also in South Africa, but further east.

Aloe contains the anthraquinone pigment aloin. Depending on the variety, the percentage of aloin is between

5 and 40%. There are different aloins, which are given a prefix according to the origin of the aloe variety, e.g. Kapitaloin. Glycosides of aloin, called aloinosides, and aloemodin are also present. If aloe is treated with

nitric acid, it is possible to extract chrysamic acid, which when dried presents yellow leaflets and dissolves in boiling water with a red color.

Chrysamic acid is mainly used for dyeing wool and silk. If soda ash is added, unpickled wool can be dyed blue or blue-gray, depending on the concentration of the dye bath. The tone of this blue corresponds approximately to an indigo blue that appears slightly reddish due to Orseille. In leather dyeing, the dye was used for yellowing. Silk can be dyed with chrysamic acid purple to rose red and, with a more dilute dye bath,

in the corresponding shades of pink. Although other shades can be achieved with chrysamic acid, the acid is

also known as aloe purple. Untreated aloe is readily soluble in warm water and is used to dye yellows and browns, but the colors are not very lightfast. Without mordant salts, wool is dyed dark brown with aloe, and

a reddish light brown with alum. Ferrous sulfate gives maroon colors. Post-treatment with potassium bichromate darkens the browns. Since textiles dyed with aloe are not very lightfast, aloe is usually used in combination with other dyes. Solutions of aloe in nitric acid are also used for dyeing wood, which can be dyed yellow or mahogany-like.



Material Safety Data Sheet

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**37394 - Stil de Grain E**



Revised edition: 10.03.2011

Printed: 10.03.2011

**1. Identification of the Substance/Preparation and of the Company/Undertaking**

*Identification of the Product*

Product Name: Stil de Grain E  
Article No.: 37394  
Use of the Substance/Preparation: Artists' and Restoration Material

*Company*

Company: Kremer Pigmente GmbH & Co. KG  
Address: Hauptstrasse 41-47, D 88317 Aichstetten  
Tel/Fax: Tel +49 7565 91120, Fax +49 7565 1606  
Internet: www.kremer-pigmente.de, kremer-pigmente@t-online.de  
Emergency No.: +49 7565 91120, Mon-Fri 8:00 - 17:00

**2. Hazard Identification**

Hazard designation: No significant hazard.

**3. Composition/Information on Ingredients**

Chemical Characterization: Plant based pigment.  
Natural Yellow 13, C.I. 75640

**4. First Aid Measures**

After inhalation: Take affected person to fresh air.  
After skin contact: Wash off with warm water.  
After eye contact: Rinse open eyes with plenty of water. In case of discomfort seek medical help.  
After ingestion: Rinse mouth with water and drink plenty of water.  
Get medical help.

**5. Fire-Fighting Measures**

Suitable extinguishing media: Use extinguishing media for surrounding fire.  
Protective equipment: Use self-containing breathing apparatus.  
Special hazards: Do not inhale fumes.

**6. Accidental Release Measures**

Personal precautions: No special measures required.  
Environmental precautions: No special measures required.  
Methods of cleaning/absorption: Clean up mechanically. Avoid dust formation.

**7. Handling and Storage**

*Handling*

Instructions on safe handling: Avoid dust formation.

*Storage*

Storage conditions: Store in a cool and dry place.  
Storage class (VCI): 10-13

Material Safety Data Sheet

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**37394 - Stil de Grain E**



Revised edition: 10.03.2011

**8. Exposure Controls/Personal Protection**

Additional information about design of technical systems:	Provide adequate ventilation.
<i>Personal protective equipment</i>	
General protective measures:	Do not inhale dust. Do not eat, drink or smoke during work. Wash hands before breaks and at the end of the shift.
Respiratory protection:	In case of formation of dust.
Hand protection:	Protective gloves (EN 374)
Eye protection:	Tightly fitting safety goggles.

**9. Physical and Chemical Properties**

Form:	powder
Color:	yellow-brown
Odor:	odorless
Solubility in water:	insoluble

**10. Stability and Reactivity**

Thermal decomposition/Conditions to be avoided:	Stable if used according to specifications.
---	---

**11. Toxicological Information**

Further toxicological effects:	Product is non-toxic.
--------------------------------	-----------------------

**12. Ecological Information**

Further ecological effects:	No ecological problems expected.
<i>Further information</i>	
Water hazard class:	0

**13. Disposal Considerations**

Product:	Dispose of according to official national and local regulations.
Uncleaned packaging:	Dispose of according to official local regulations.

**14. Transport Information**

Further information:	Not classified as a dangerous good under transport regulations.
----------------------	---

**15. Regulatory Information**

Designation according to EC Guidelines:	The material is not subject to classification according to EC lists.
Water hazard class:	0, not hazardous

**16. Other Information**

**Material Safety Data Sheet**

According to regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

**37394 - Stil de Grain E**



**PIGMENTE**

Printed: 10.03.2011

Revised edition: 10.03.2011

---

This product should be stored, handled and used in accordance with good hygiene practices and in conformity with any legal regulations.

This information contained herein is based on the present state of knowledge and is intended to describe our product from the point of view of safety requirements. It should be therefore not be construed as guaranteeing specific properties.



## 36000 – 36006 Indigo

Indigo is an organic blackish blue pigment. Natural indigo was the only source of the dye until the late 19<sup>th</sup> century. Today indigo is also produced synthetically and available in various shades.

A variety of plants, such as *Indigofera* species or *Isatis tinctoria*, provide the indigo dye. *Indigofera* species can be found all over the world. The dye is obtained from the processing of the plant's leaves. The leaves are soaked in water and fermented in order to convert the glycoside indican naturally present in the plant to the blue dye idigotin. The precipitate is mixed with a strong base such as lye, pressed into cakes, dried, and powdered. The powder is then mixed with various other substances to produce different shades of blue and purple.

Indigo is among the oldest dyes to be used for textile dyeing. For centuries Indigo was used in many Asian countries, also in Mesopotamia, Egypt, Greece, Peru and Africa. The Romans used indigo as a pigment for painting and for medicinal and cosmetic purposes. It was a luxury item imported to the Mediterranean from India by Arab merchants. Indigo has been used in traditional textile dyeing throughout West Africa. From the Tuareg nomads of the Sahara to Cameroon, clothes dyed with indigo signified wealth.

Indigo is insoluble in water and alcohol.

- 36000 Natural Indigo, powder, from India
- 36002 Natural Indigo, pieces
- 36003 Indigo made of woad
- 36005 Indigo, pale blue, precipitated with aluminium hydroxide
- 36006 Indigo, red violet, precipitated with aluminium hydroxide



## 12030 Atramentum

Produced from the tannic acid of oak bark in a reaction with iron salts, atramentum is a deep black material that differs from carbon or iron oxide blacks.

Historically also called "ink stone", it appears greyish black in watery media, which can act corrosive on paper supports. However, in linseed oil or resinous glazes this pigment develops its incomparable depth and lustre. Very lightfast.



## 12400 - 12402 **Sepia**

Sepia C.I. Natural Brown 9, frz.: sépia, from the sepia or cuttlefish

The ink sac of *Sepia officinalis* from the family of the Sepiidae supplies a brown dye called Sepia.

Whenever the Sepia (fish) feels threatened it releases the dark inky fluid.

The complete ink sac can either be dried or the ink can be pressed out of the still living squid. The fluid then is dried and ground to powder.

Dried sepia contains approx.

78% melanin

10% calcium carbonate

7% magnesium carbonate

2% alkaline sulphates and chlorides and

0.8% miscellaneous compounds.

Melanin consists of a group of black pigments widely distributed in the animal and vegetable kingdoms, e.g. in hair. The constitution of these pigments has yet to be determined. The sepiomelanin present in sepia is soluble in warm caustic potash to a brown solution from which it is precipitated by hydrochloric acid or sulphuric acid, but not by nitric acid, it is soluble in ammonia. It is a macromolecule (probably a mixture of macromolecules).

Seydelmann (1750-1829) – a German painter - of Dresden is said to have been the first to extract the dye with potassium hydroxide, filter it, and precipitate it with hydrochloric acid, thereby achieving a higher concentration.

The colour of the pigment is brown-black.

The pigment is mainly used for water-colors, because of its translucency. It may fade after two year's exposure to light and air.

### **Sepia – The Ink**

The Sepia pigment is ground in shellac soap according to an historic recipe. The shellac soap makes the ink waterproof on drying.

Sepia is a very dark brown, almost black in full strength.

Nowadays many "Sepia"-products are made of synthetic material due to the fact that the genuine, natural Sepia is not very lightfast.

## ANEXO II

### MICROSCOPIA DE PIGMENTOS Y LACAS

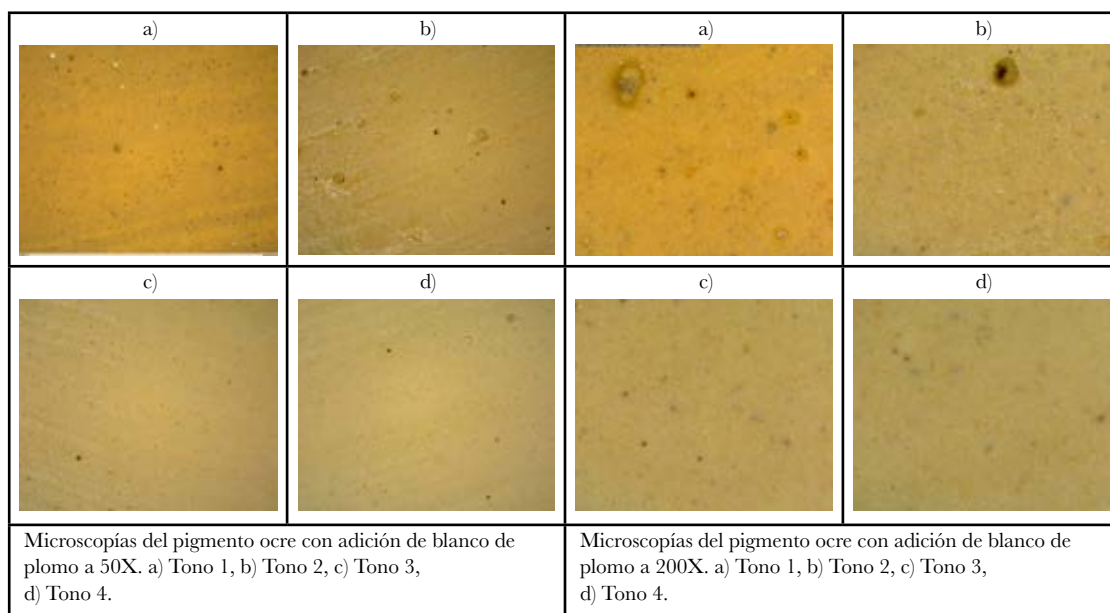
La microscopía superficial es fundamental en el estudio global de las pinturas. Aporta datos que permiten estudiar diferentes aspectos formales de la obra como las pinceladas constructivas, así como una aproximación hacia la identificación de materiales que no son perceptibles a simple vista. El uso del microscopio digital *Dino-Lite Digital Microscope Polarizado* en el presente trabajo ha permitido realizar una primera aproximación a los materiales más allá del simple análisis visual. Se ha estudiado el tamaño, dispersión o distribución de las partículas tanto de los pigmentos como de las veladuras aplicadas sobre ellas. A continuación se muestran las observaciones y análisis de las muestras proporcionadas mediante la microscopía. Para identificar su correcta identificación, se han numerado cada uno de los tonos basales y sus diferentes gradaciones de saturación mediante la adición de blanco de plomo (Fig. 113).

### MICROSCOPIA PIGMENTOS BASALES



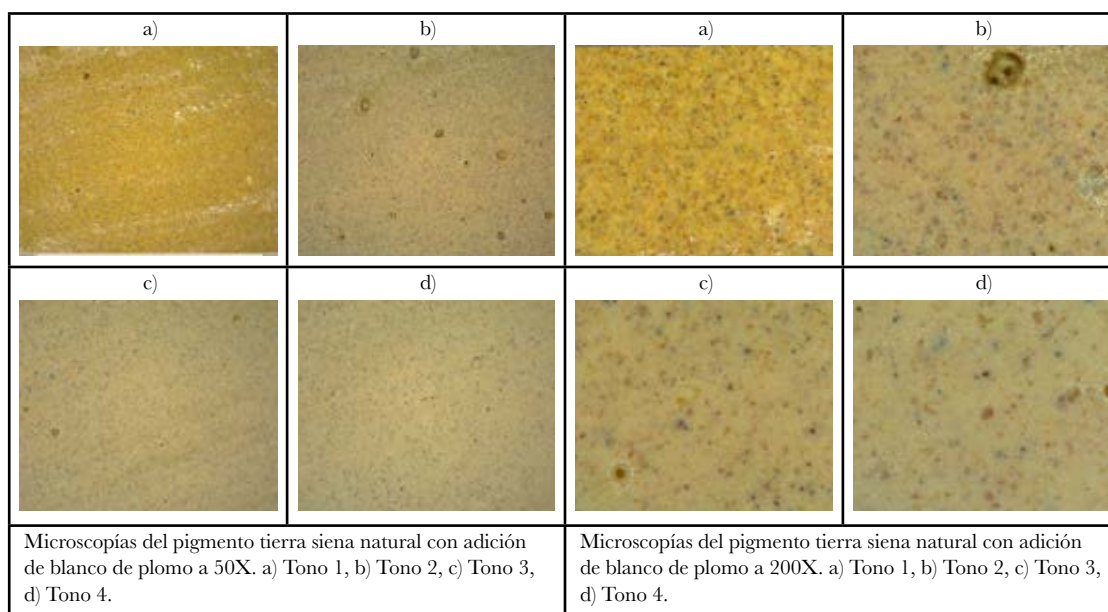
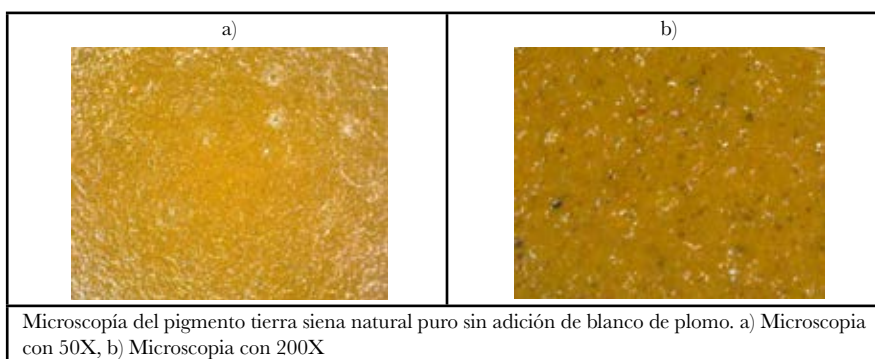
Fig. 113. Tabla de control con los pigmentos basales y sus gradaciones de saturación.

**OCRE**

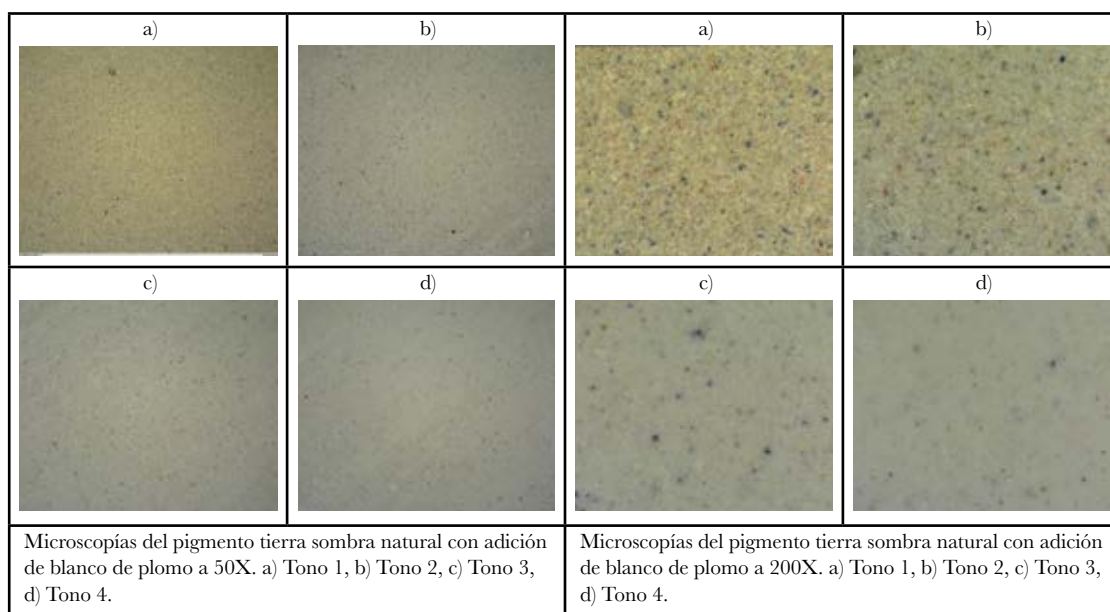
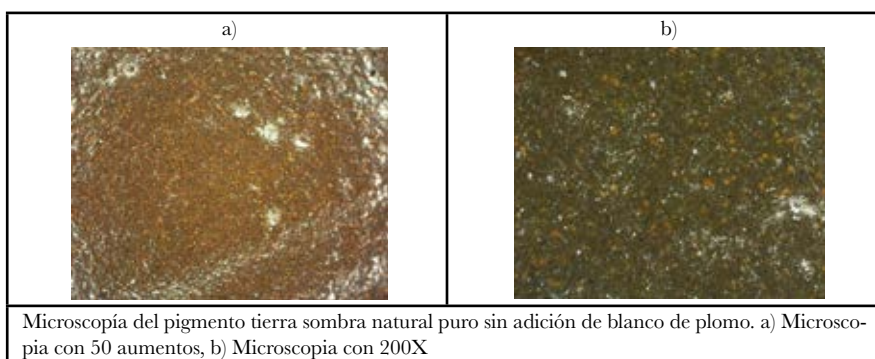




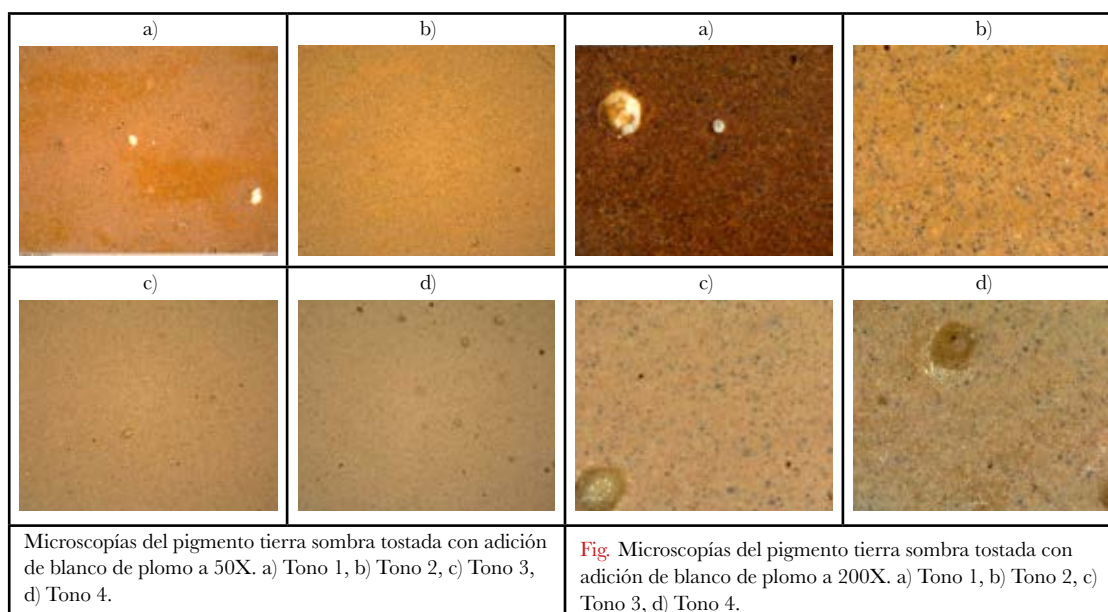
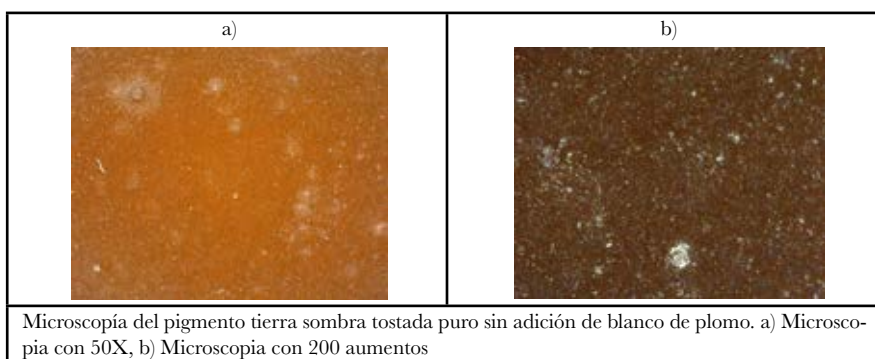
**TIERRA SIENA NATURAL**



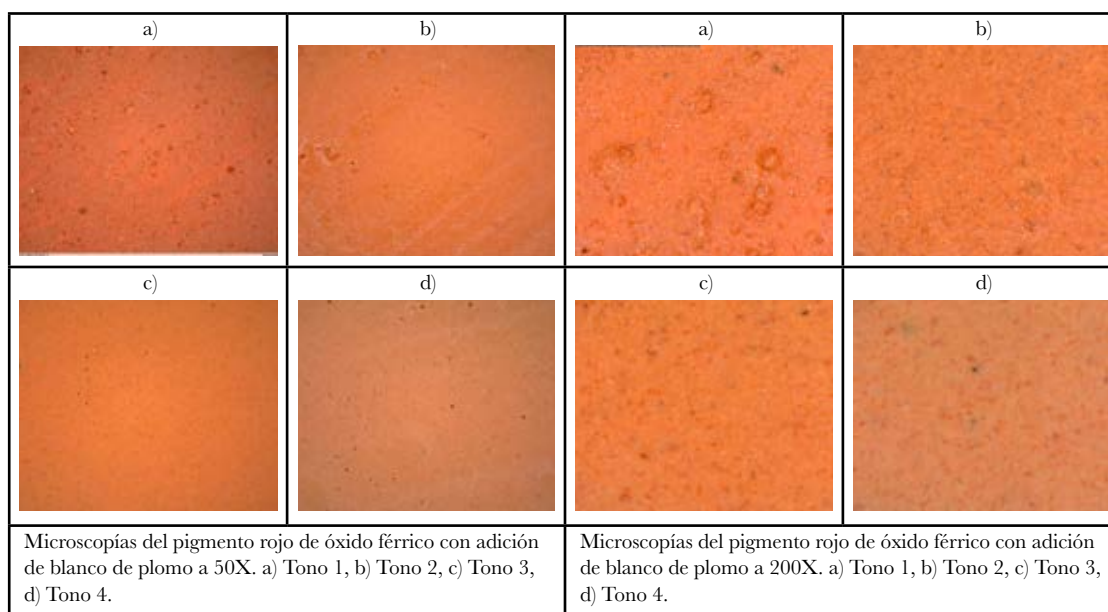
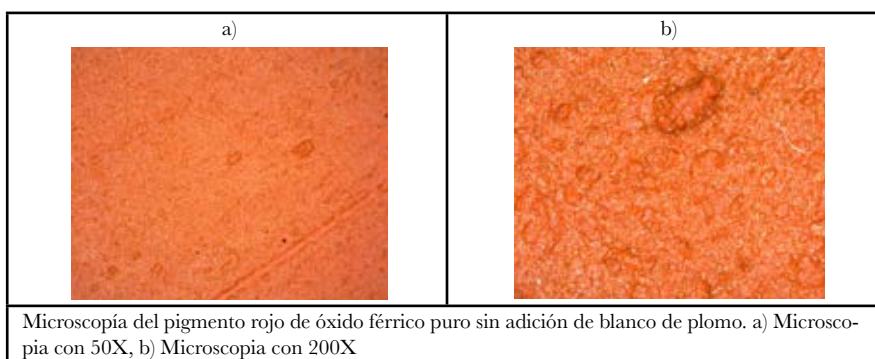
**TIERRA SOMBRA NATURAL**



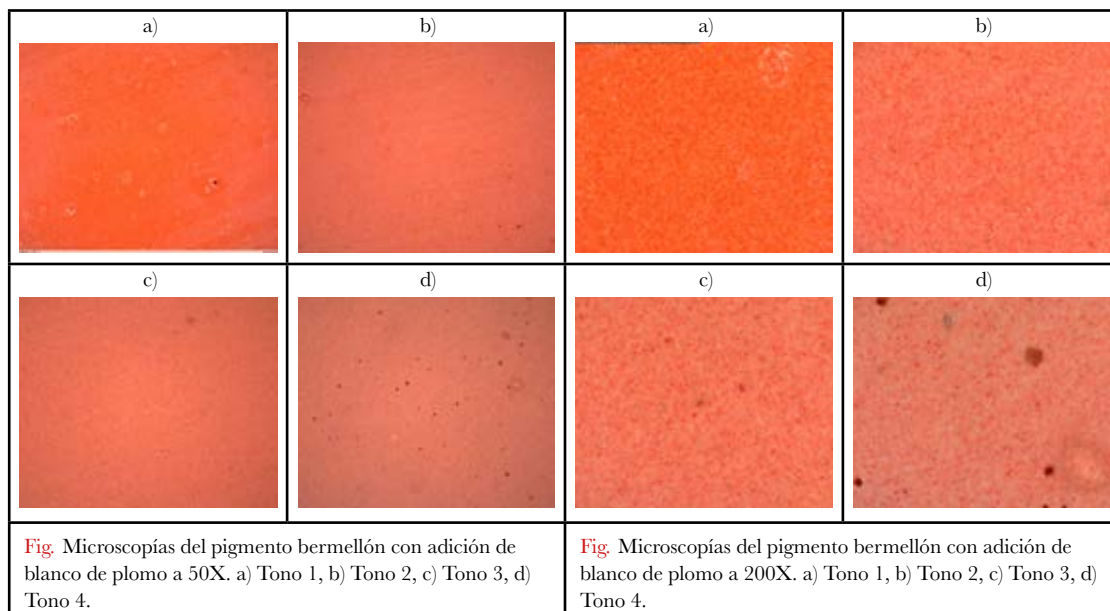
**TIERRA SOMBRA TOSTADA**



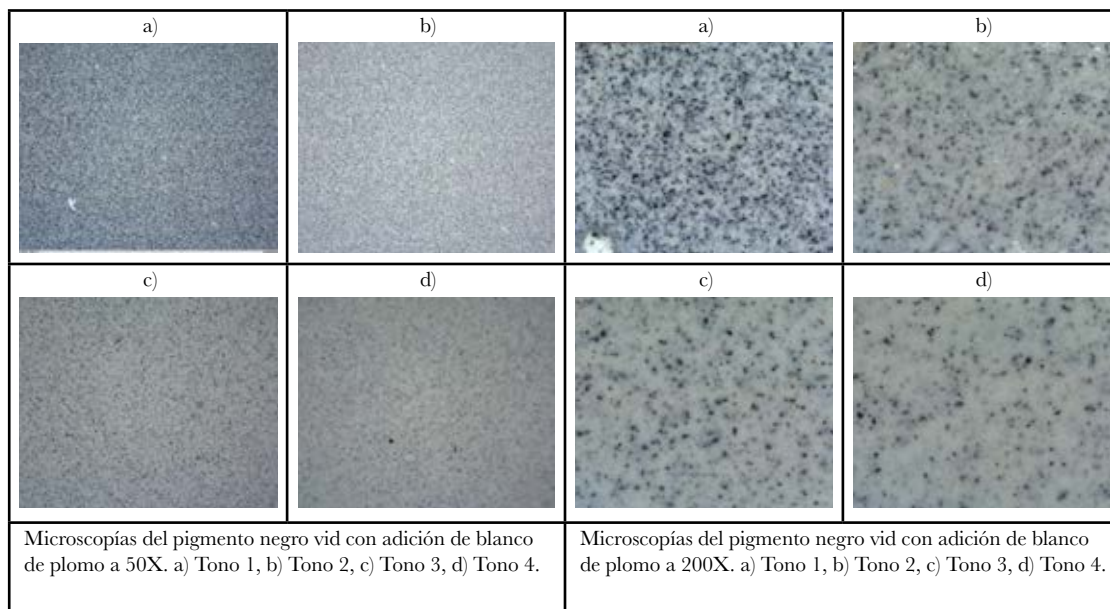
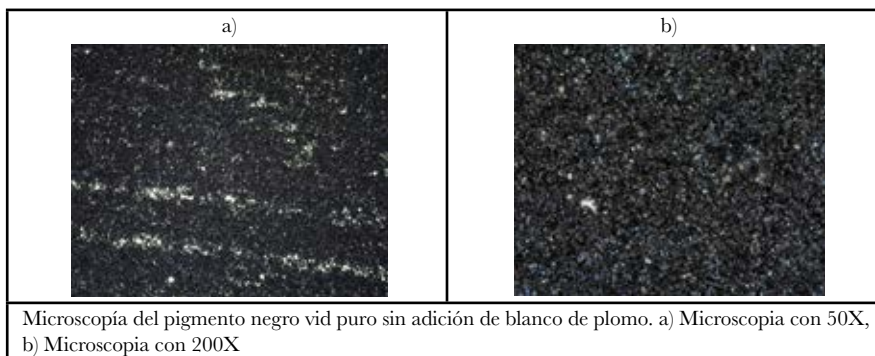
**ROJO DE ÓXIDO FÉRRICO**



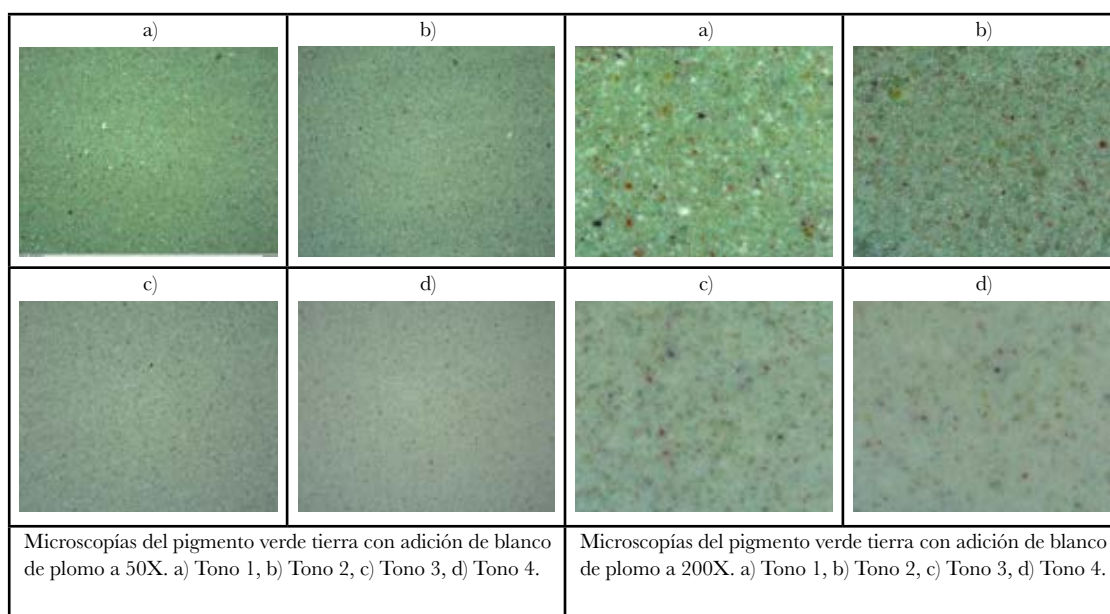
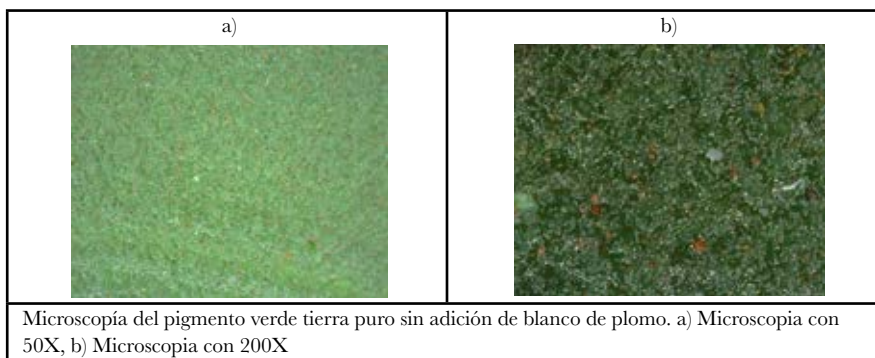
**BERMELLÓN**



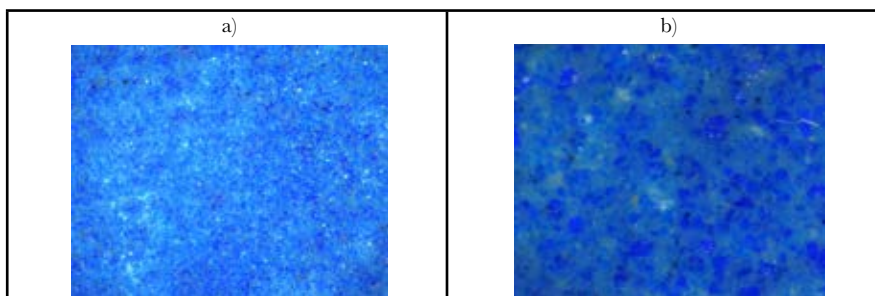
**NEGRO VID**



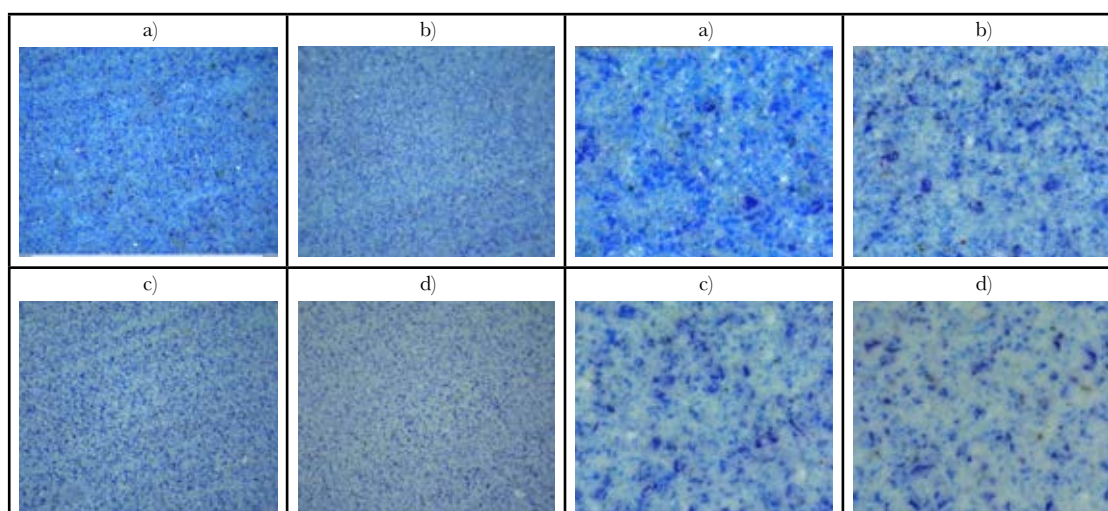
**VERDE TIERRA**



**AZURITA**



Microscopía del pigmento azurita puro sin adición de blanco de plomo. a) Microscopia con 50X, b) Microscopia con 200 aumentos



Microscopías del pigmento azurita con adición de blanco de plomo a 50X. a) Tono 1, b) Tono 2, c) Tono 3, d) Tono 4.

Microscopías del pigmento azurita con adición de blanco de plomo a 200X. a) Tono 1, b) Tono 2, c) Tono 3, d) Tono 4.



## MICROSCOPIA VELADURAS

En la siguiente imagen se marcan en rojo las zonas donde se han realizado las microscopías (Fig. 114)

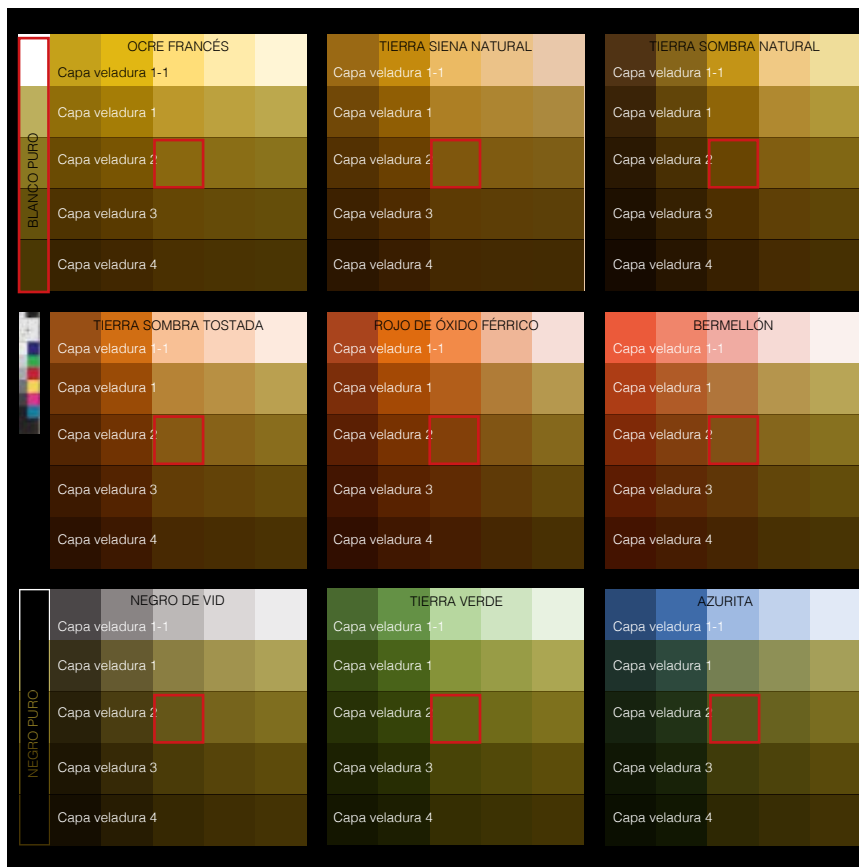

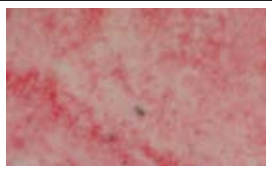
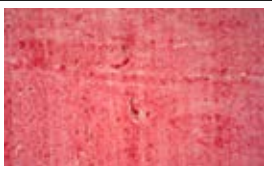

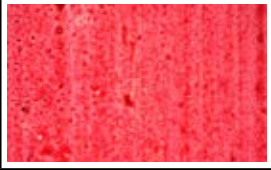
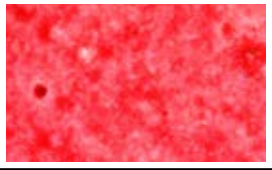
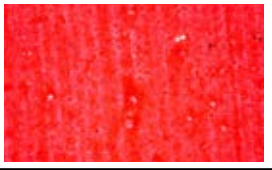
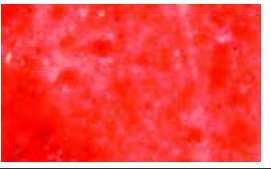
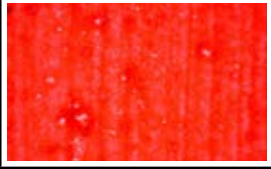
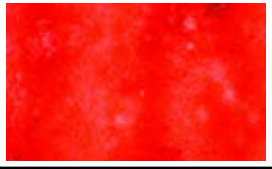
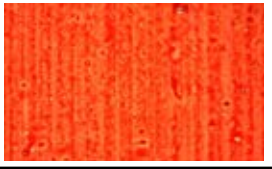
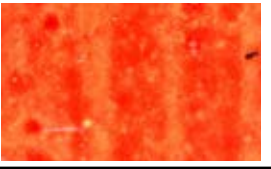
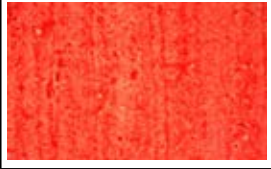
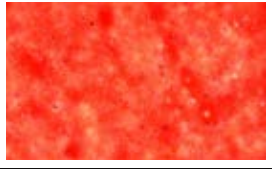
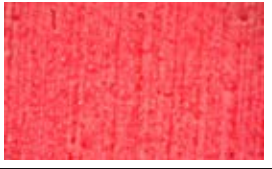
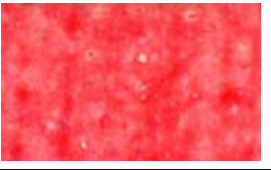

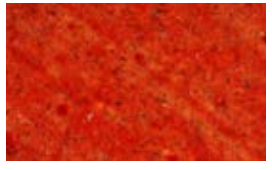

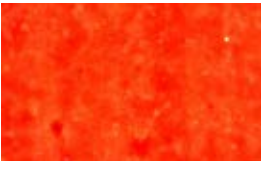

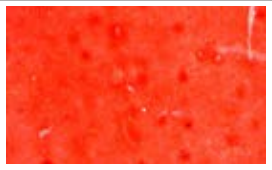
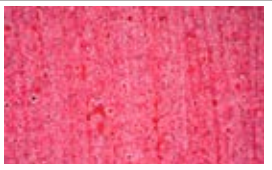
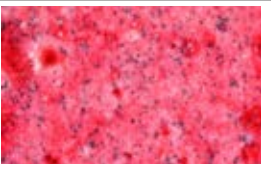
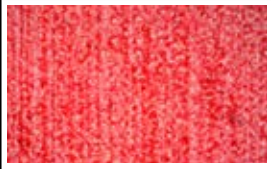
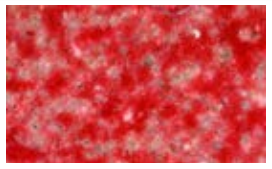
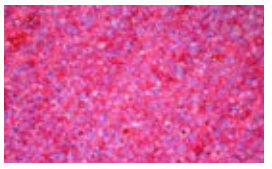
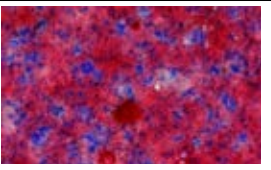


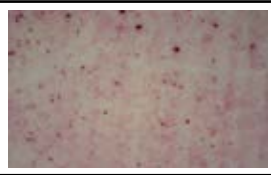

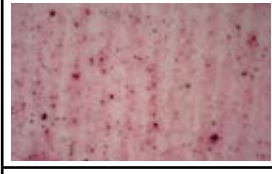
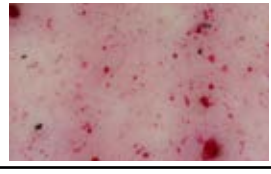
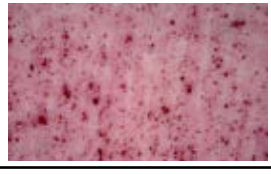
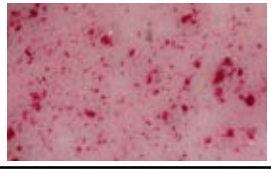
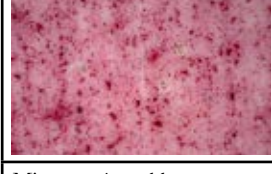
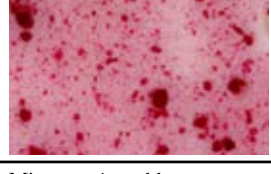
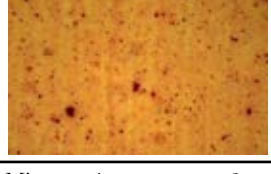
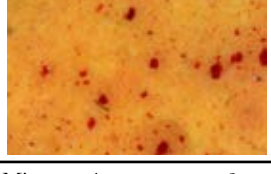
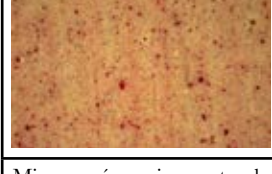
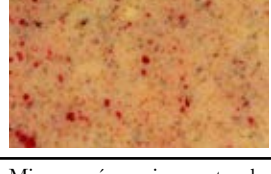
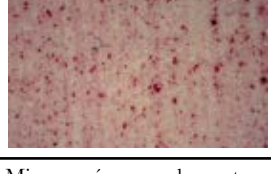
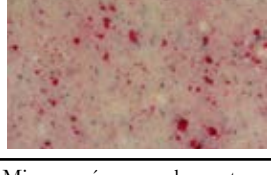
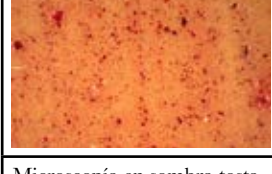
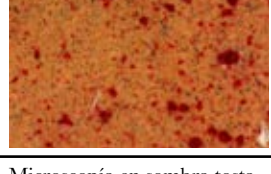
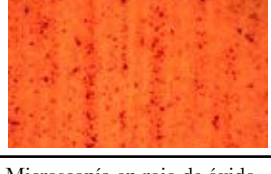
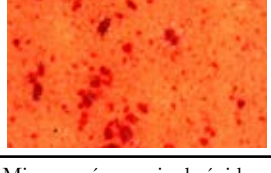
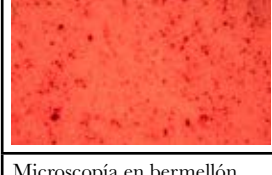
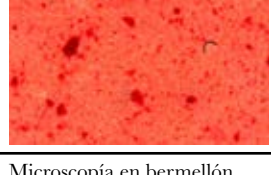
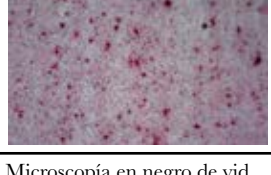
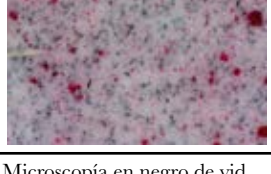
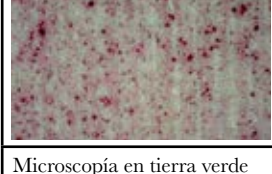
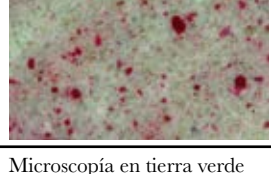
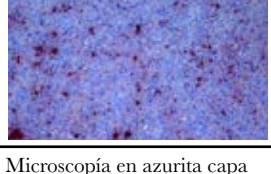
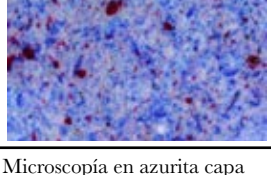


Figura 114. Recreación digital de la distribución de las veladuras sobre los tonos basales.


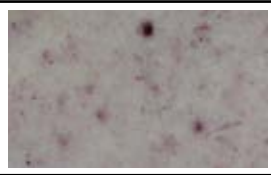
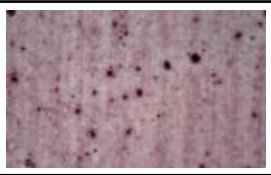
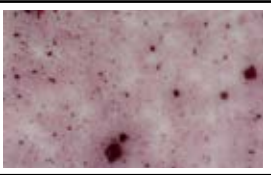
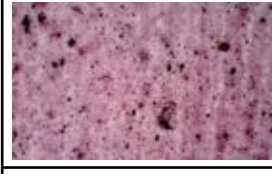
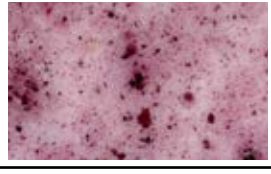
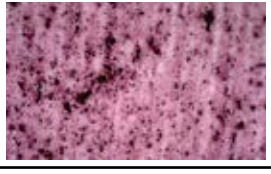
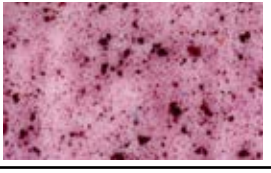
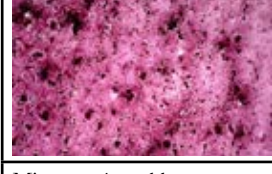
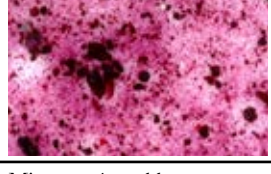
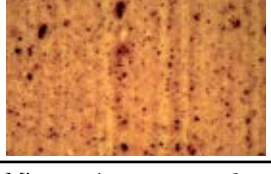
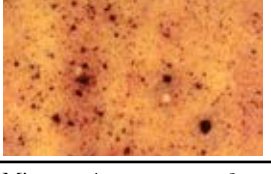
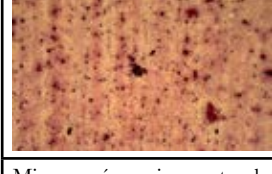
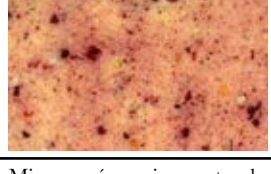
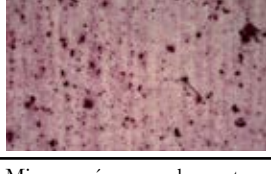
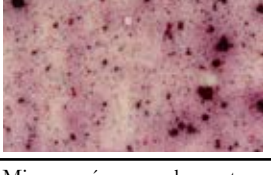


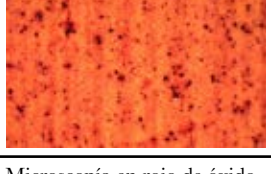
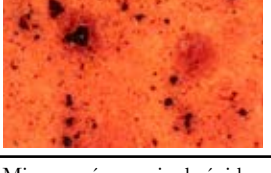
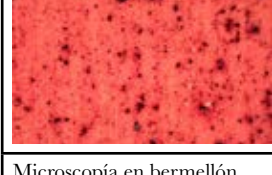
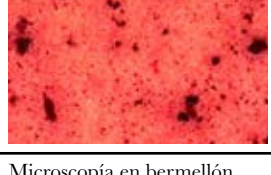
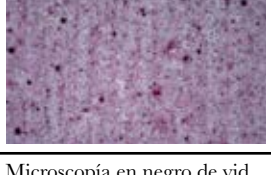

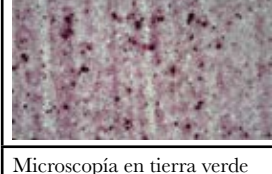
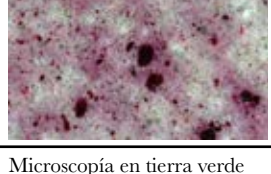
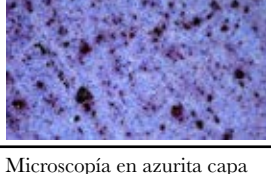

**TABLA 1. CARMÍN NACARADO**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

**TABLA 2. COCHINILLA + CARBONATO DE SOSA**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en siena natural capa 2 (50X)	Microscopía en siena natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

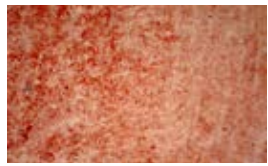
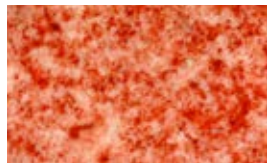
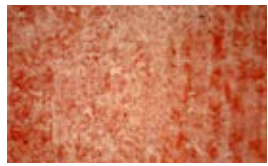
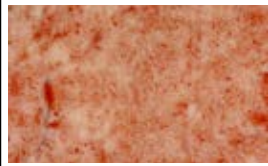
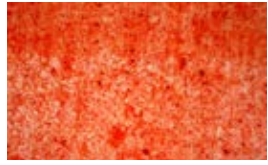
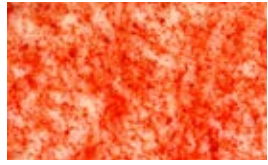
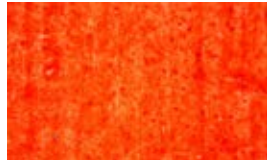
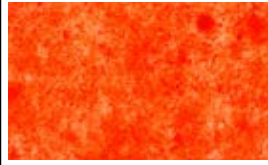
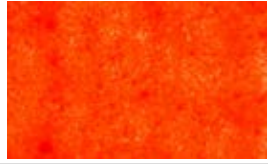
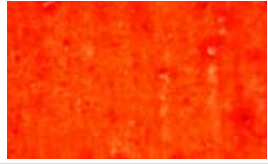
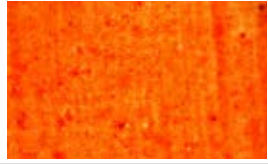
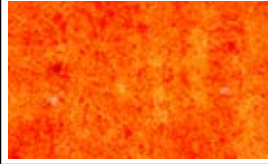
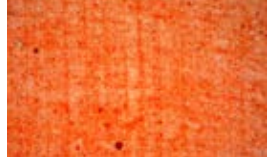

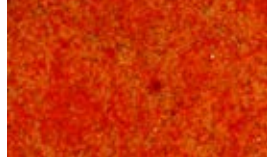
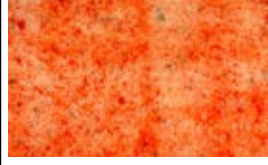
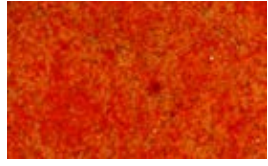
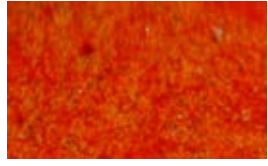
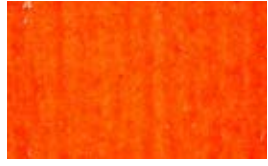
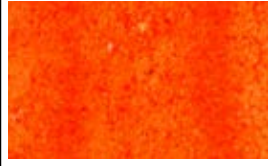

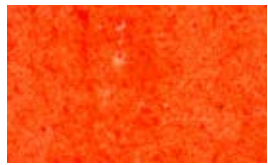
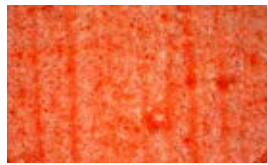

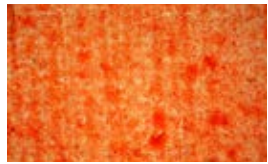
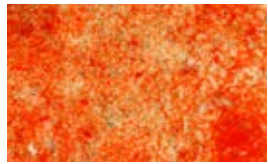
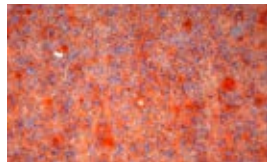
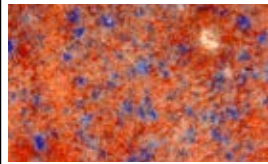
**TABLA 3. COCHINILLA + ALUMBRE + CARBONATO DE SOSA**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en siena natural capa 2 (50X)	Microscopía en siena natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)


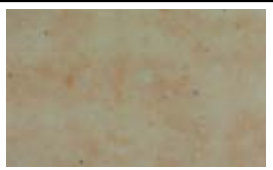

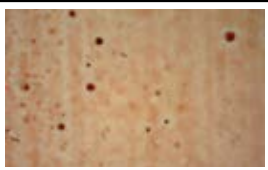








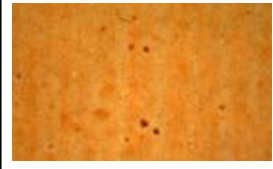


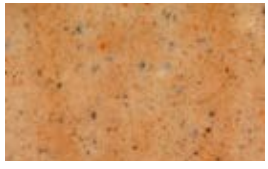



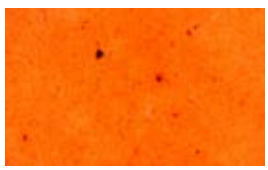



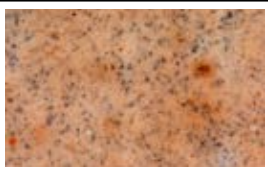

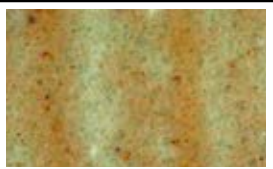
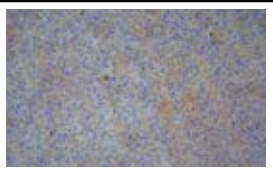
**TABLA 4. COCHINILLA + ALUMBRE + BICARBONATO DE SODIO**

Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
Microscopía en siena natural capa 2 (50X)	Microscopía en siena natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)


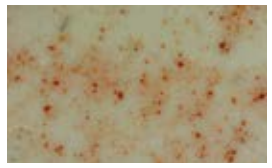

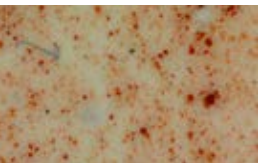
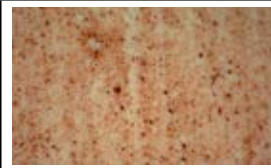
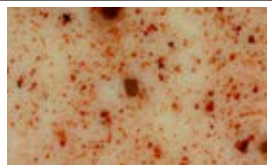
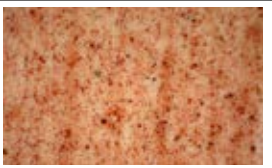
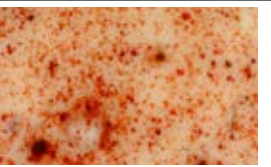

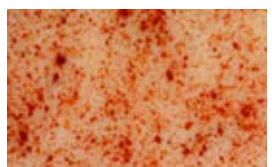

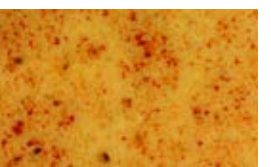

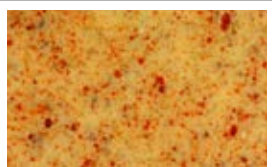

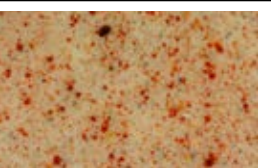

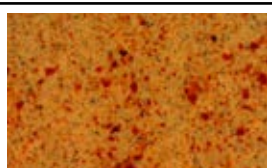

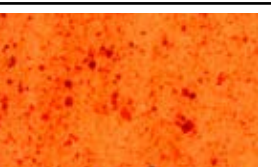
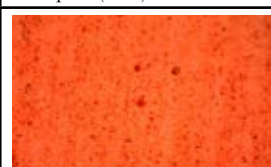
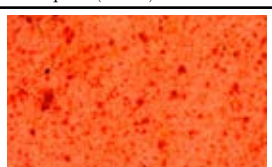
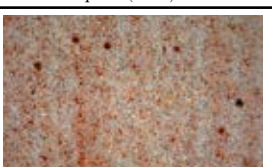
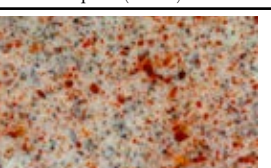
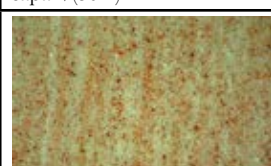
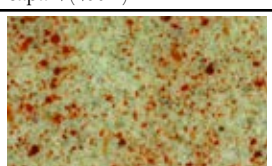
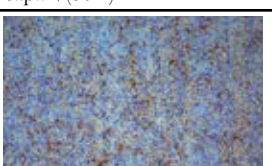
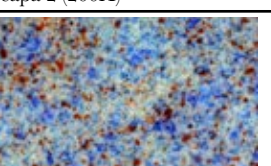
**TABLA 5. LAC DYE**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

**TABLA 6. RUBIA CORAL**






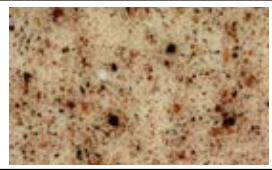

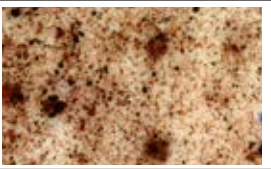

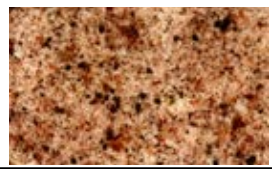
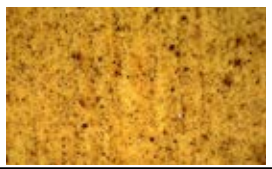
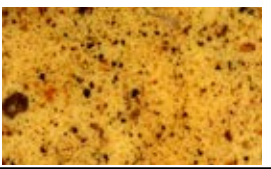

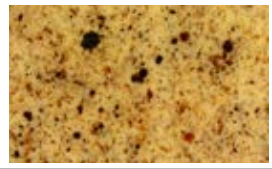

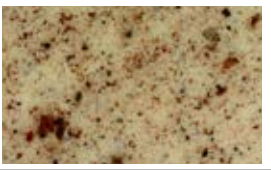

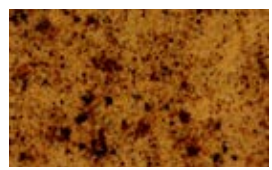
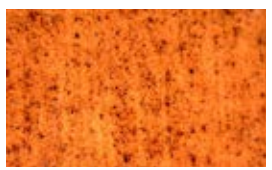
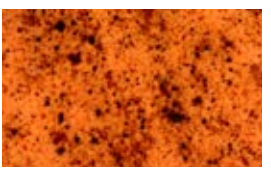

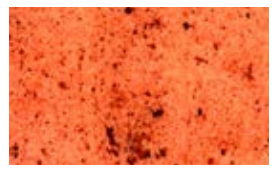

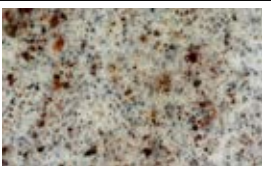
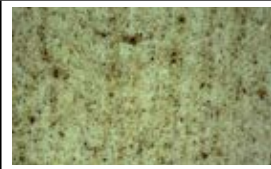
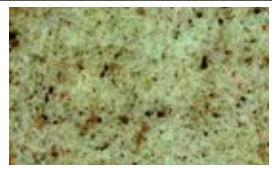
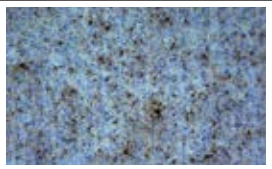
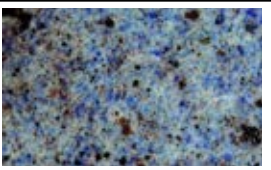
			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

**TABLA 7. ROJO OSCURO**

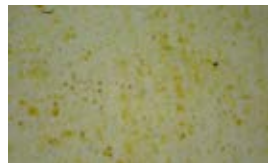
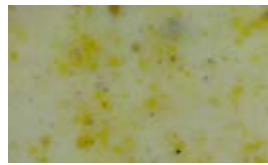

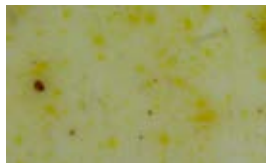

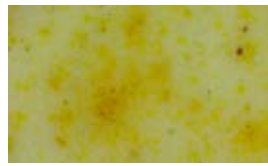





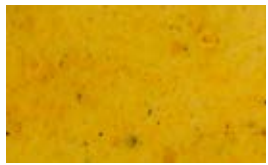



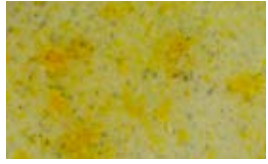
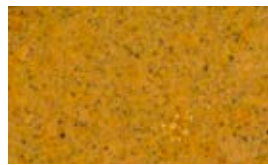
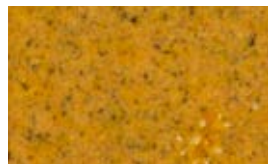

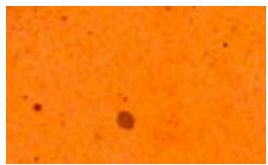


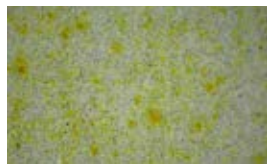
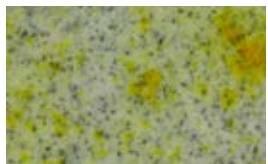
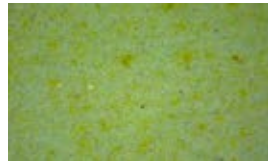
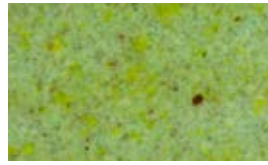
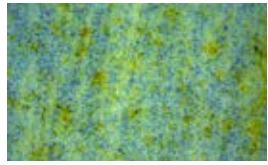
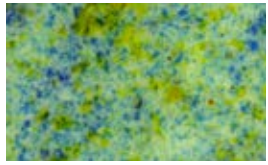
			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en siena natural capa 2 (50X)	Microscopía en siena natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)



**TABLA 8. RUBIA MORADA**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)




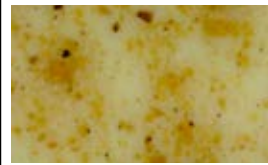

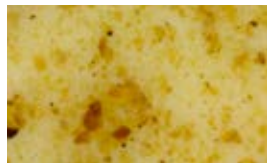
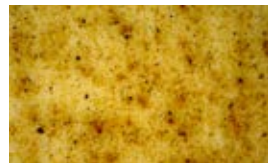
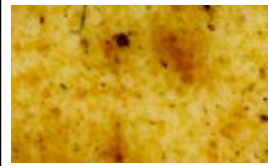
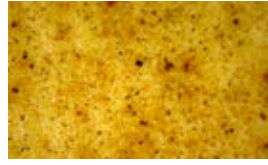








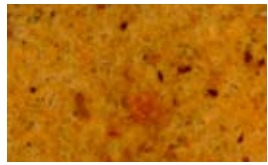
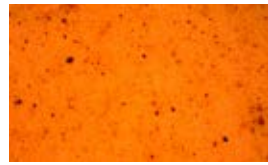
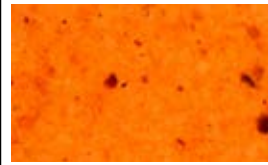

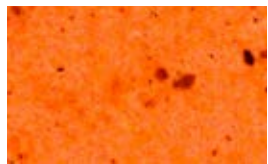

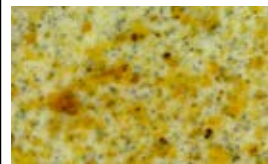
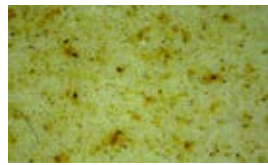
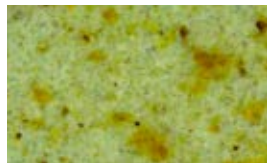
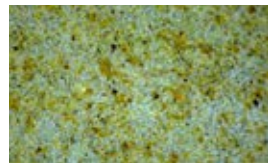
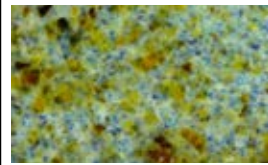
**TABLA 9. RESEDA**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

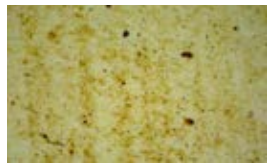
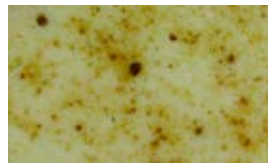
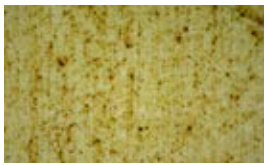
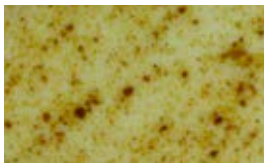
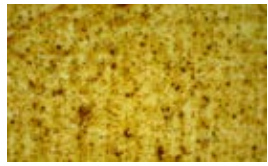
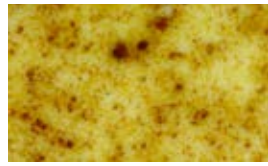
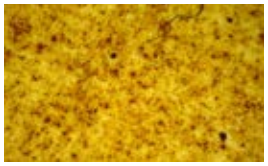
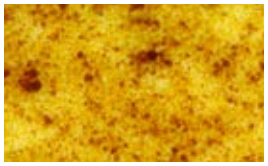
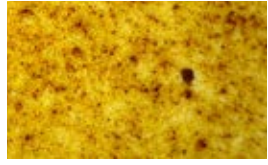
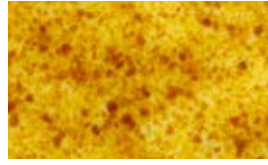

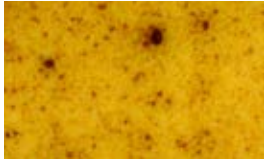

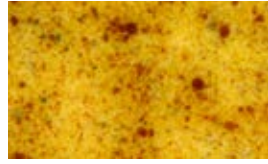

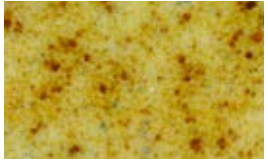

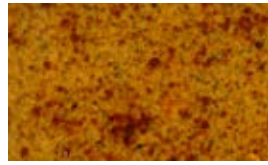

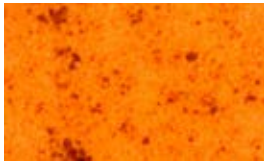

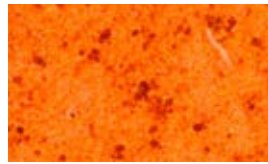
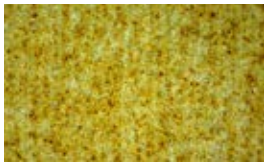
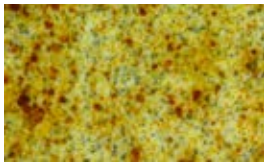
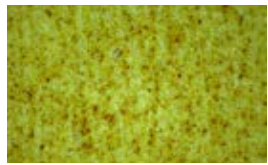
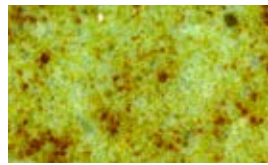
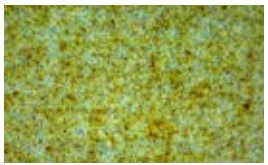
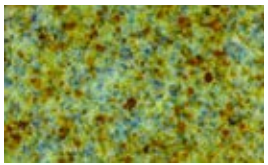
**TABLA 10. RESEDA**

Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

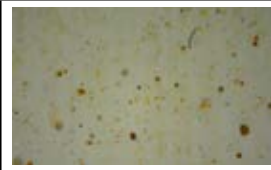

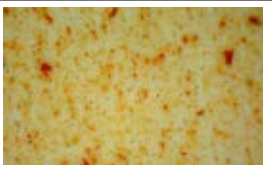
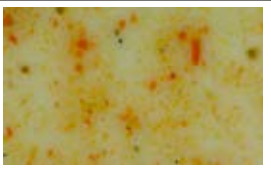
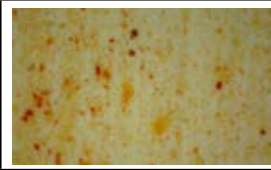
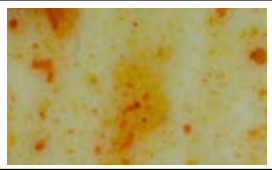

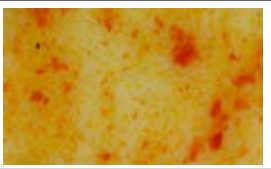

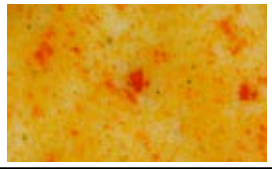
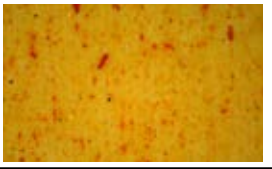
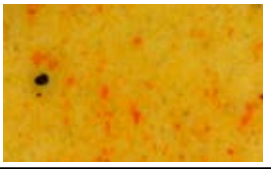
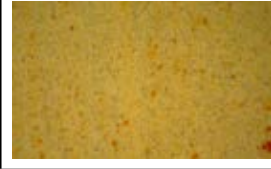
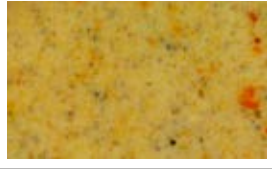
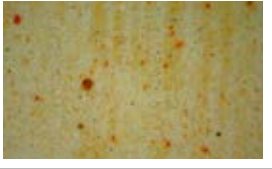
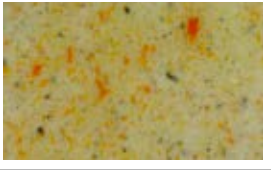
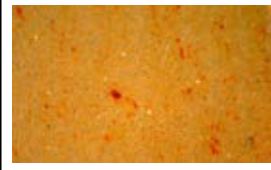
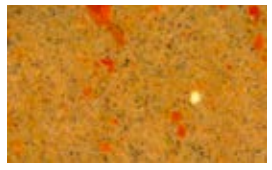


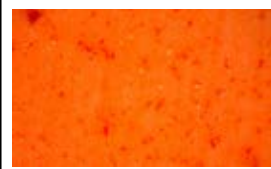
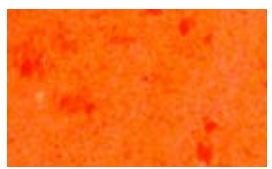
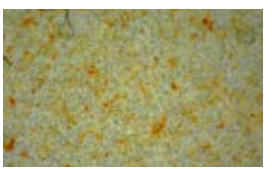
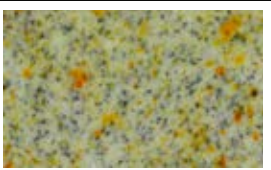
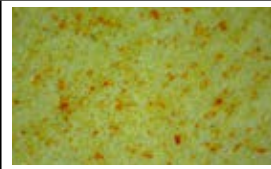
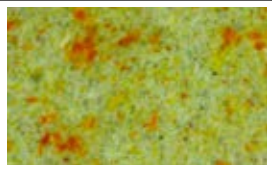
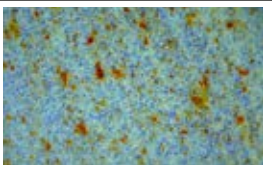
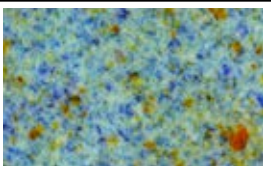
**TABLA 11. ALOE**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)



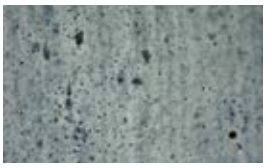

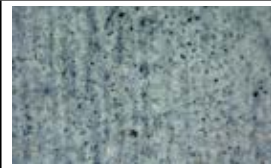
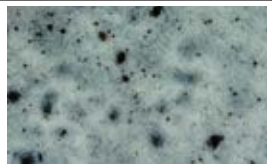
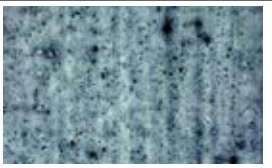
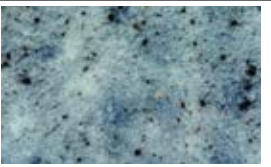
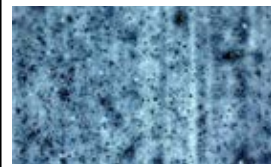
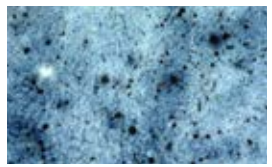
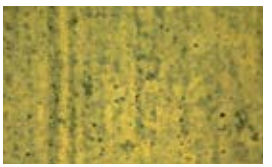
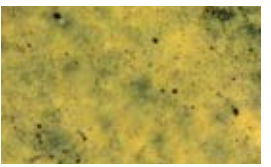
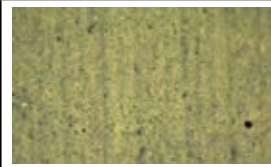
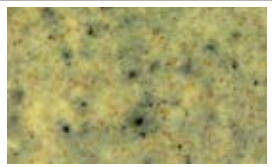

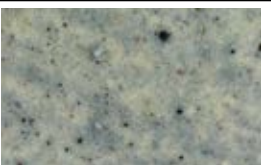
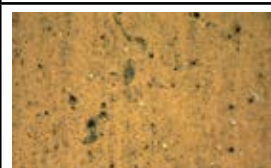
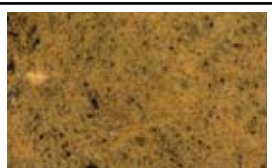
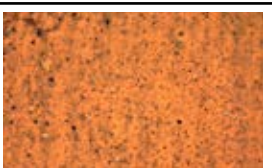
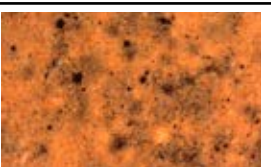
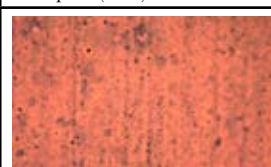
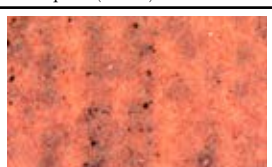

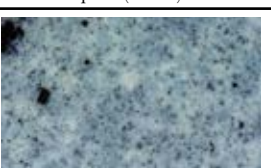


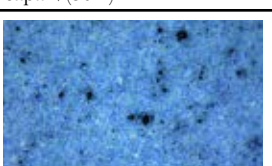
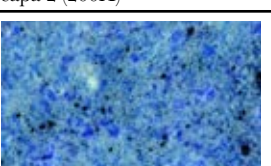
**TABLA 12. STIL DE GRAIN**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)



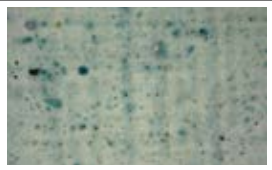
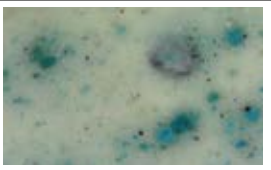
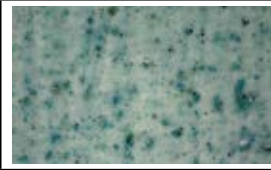
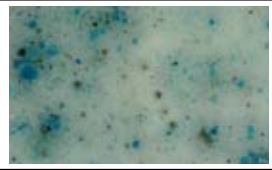
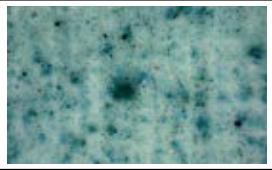
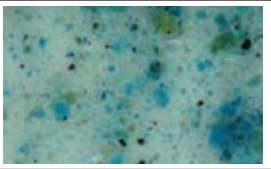
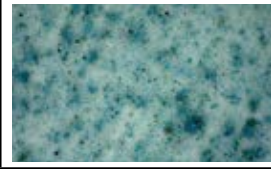
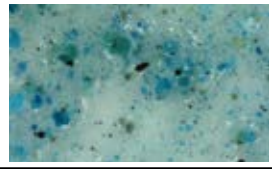
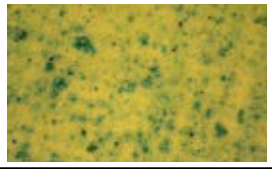
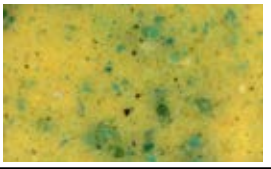
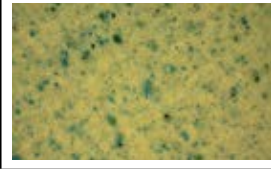
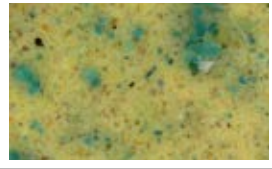
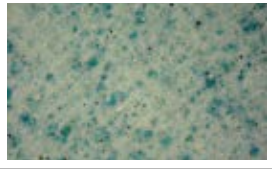
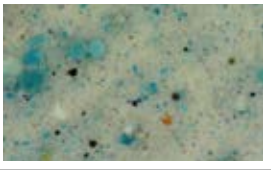
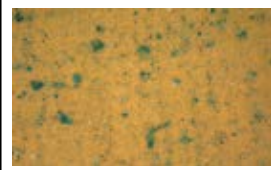
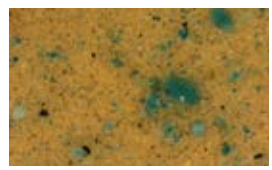
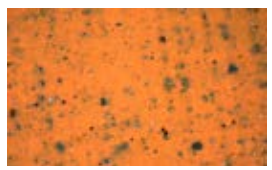
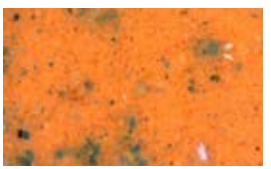
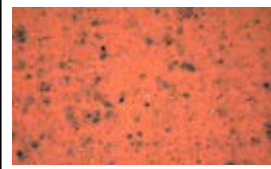
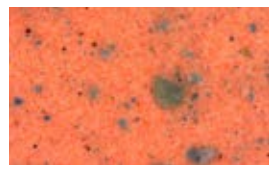
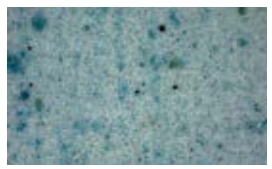
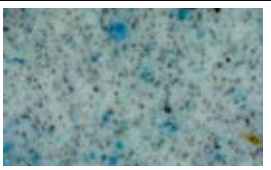
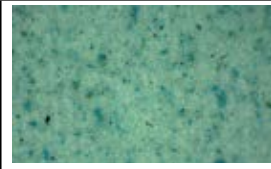
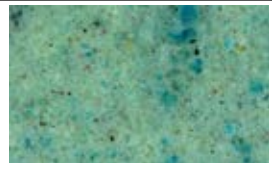
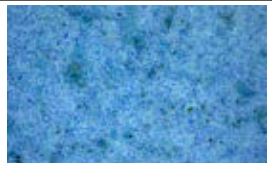
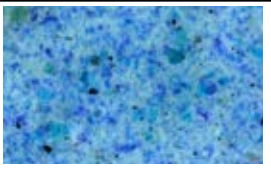
**TABLA 13. AZAFRÁN**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

**TABLA 14. ÍNDIGO**

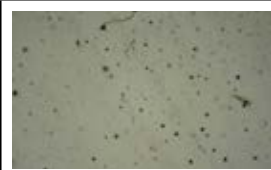
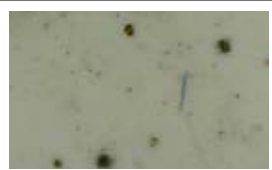
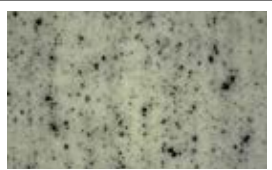
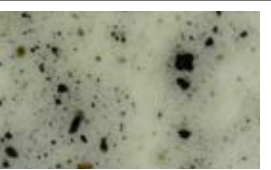
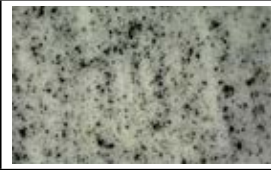
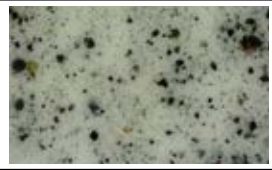
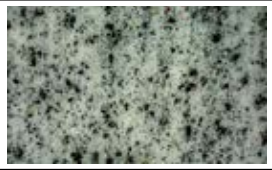
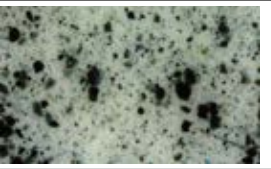

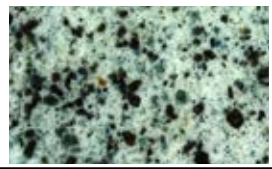
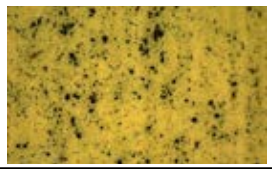
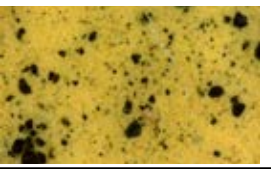
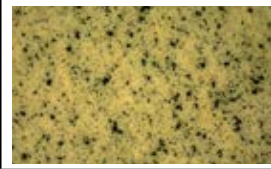
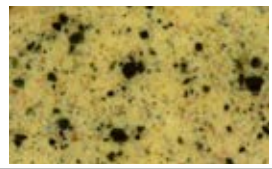
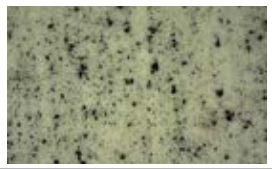
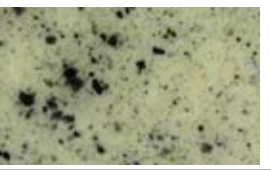
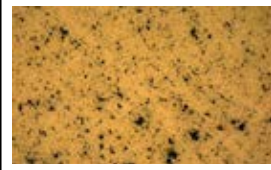
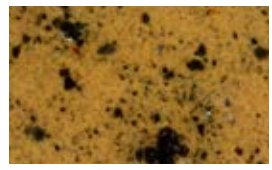
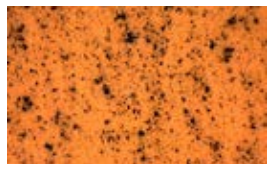
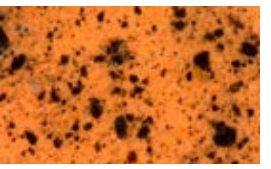
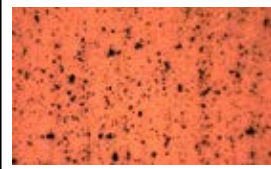
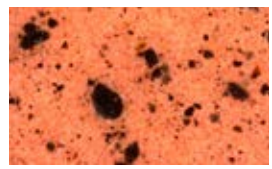
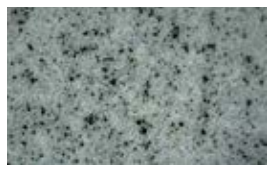
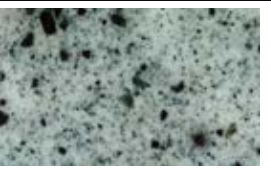
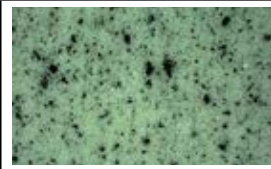
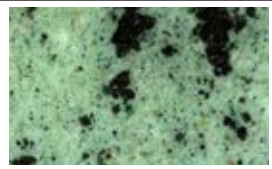
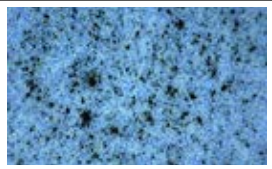
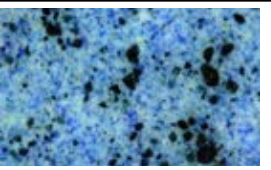
			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en siena natural capa 2 (50X)	Microscopía en siena natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

**TABLA 15. ÍNDIGO + SEPIOLITA**



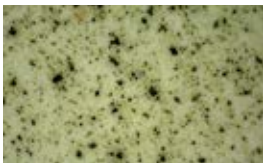
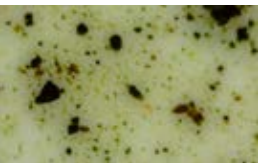
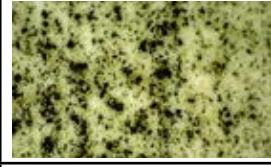
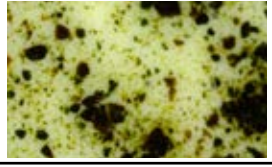
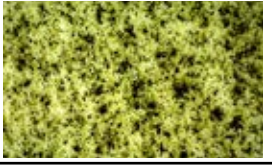
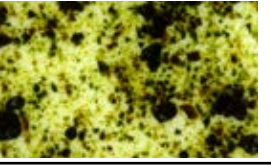

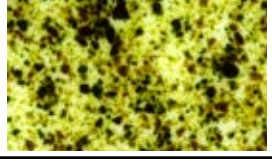


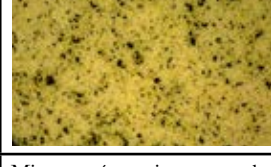
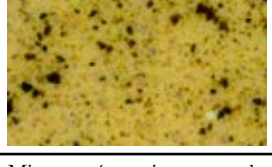
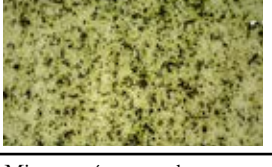
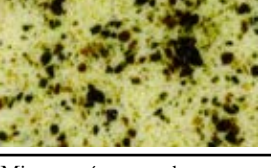
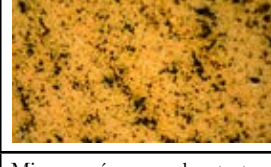
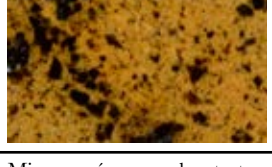
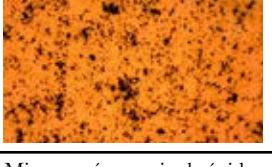
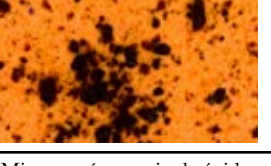
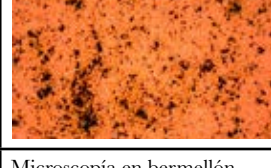
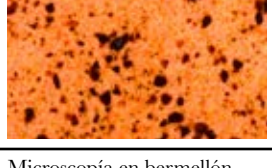
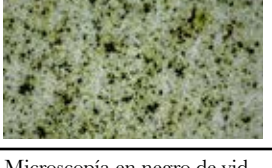
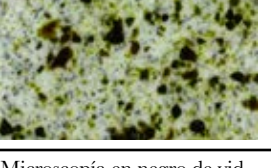


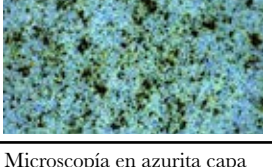
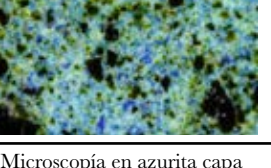
			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)



**TABLA 16. AZUL PASTEL**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)




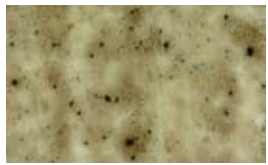
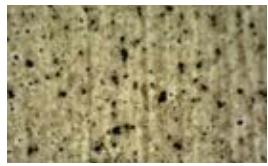
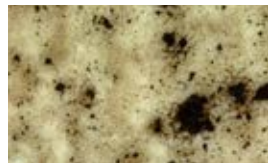
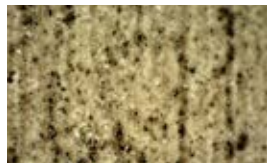
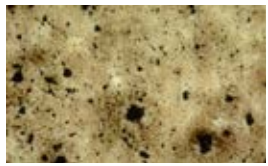
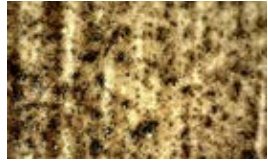
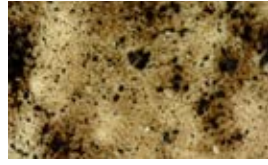
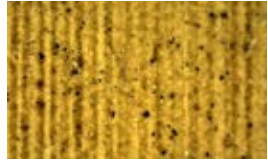
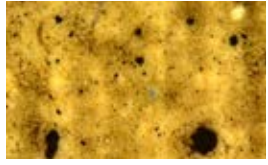
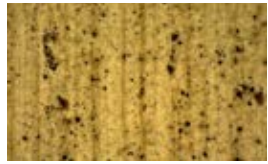
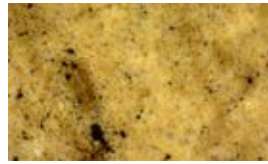

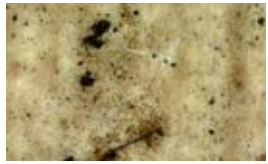
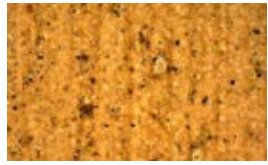
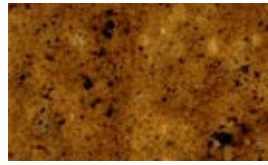
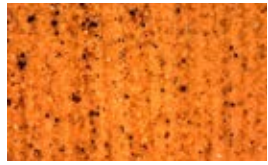
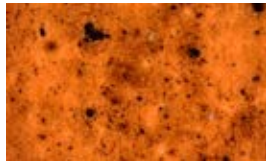

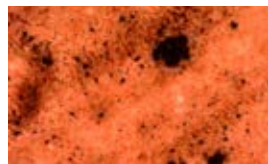

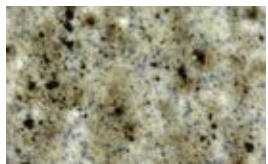
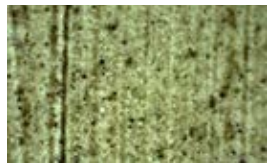
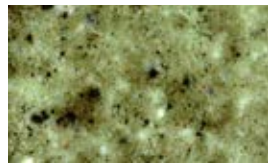
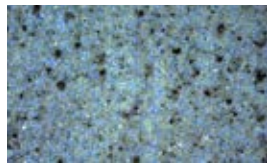
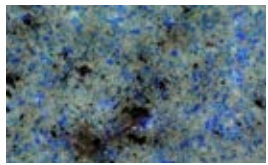
**TABLA 17. VERDE VESSIE**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

**TABLA 18. ATRAMENTUM**

Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
Microscopía en siena natural capa 2 (50X)	Microscopía en siena natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

**TABLA 19. SEPIA**

			
Microscopía en blanco capa 1-1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1-1 (200X)	Microscopía en blanco capa 1 (50X)	Microscopía en blanco capa 1 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 2 (50X)	Microscopía en blanco capa 2 (200X)	Microscopía en blanco capa 3 (50X)	Microscopía en blanco capa 3 (200X)
			
Microscopía en blanco capa 4 (50X)	Microscopía en blanco capa 4 (200X)	Microscopía en ocre capa 2 (50X)	Microscopía en ocre capa 2 (200X)
			
Microscopía en sienna natural capa 2 (50X)	Microscopía en sienna natural capa 2 (200X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (50X)	Microscopía en sombra natural capa 2 (200X)
			
Microscopía en sombra tostada capa 2 (50X)	Microscopía en sombra tostada capa 2 (200X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (50X)	Microscopía en rojo de óxido férrico capa 2 (200X)
			
Microscopía en bermellón capa 2 (50X)	Microscopía en bermellón capa 2 (200X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (50X)	Microscopía en negro de vid capa 2 (200X)
			
Microscopía en tierra verde capa 2 (50X)	Microscopía en tierra verde capa 2 (200X)	Microscopía en azurita capa 2 (50X)	Microscopía en azurita capa 2 (200X)

### ANEXO III

#### PROCESO DE ADICIÓN DE BLANCO DE PLOMO EN LOS PIGMENTOS BASALES

Con el fin de establecer una proporción equilibrada de la adición del blanco de plomo en cada pigmento basal, se ha elaborado una tabla en la que están representados en columnas las escalas tonales del color negro hasta alcanzar el color blanco, añadiendo siempre la misma cantidad de blanco de plomo en cada una de las columnas. Manteniendo la misma cantidad de negro de vid como punto de partida (1 g), se ha ido añadiendo 1g adicional de blanco de Pb en cada columna (Figura 4). Posteriormente, se ha realizado una fotografía de la tabla y mediante el programa de edición *Adobe Photoshop*<sup>®</sup>, se ha convertido la imagen a escala de grises (Figura 5). A esta imagen se le ha llamado “imagen de referencia tonal”.

Esta plantilla ha servido como referencia para calcular de forma aproximada la cantidad de blanco que se ha ido añadiendo a cada uno de los colores y así poder realizar una escala tonal de cada uno ellos de forma proporcional. La metodología empleada ha consistido en realizar una fotografía de cada uno de los colores base antes de comenzar a realizar las escalas tonales. Una vez realizada la fotografía, se ha convertido la imagen de cada color a escala de grises en el *Adobe Photoshop*<sup>®</sup> y se ha superpuesto a modo de capa sobre la imagen de referencia tonal. Cada color puro, se ha superpuesto sobre la columna de tono de gris que más similitudes tonales tiene.

A partir de esta zona se ha ido calculando la cantidad de blanco de plomo que habría que añadir a cada color basal hasta alcanzar el tono más claro (Fig. 115-124). Partiendo de la cantidad fija de blanco de plomo que se ha añadido a cada color y teniendo en cuenta las características de cada pigmento, como su capacidad cubriente y opacidad, ha habido ocasiones en las que ha sido necesario añadir más cantidad de blanco para que las fases de la escala tonal del pigmento fuesen más cortas (siena natural, tierra sombra natural, tierra sombra tostada, rojo de óxido férrico, verde tierra y azurita).

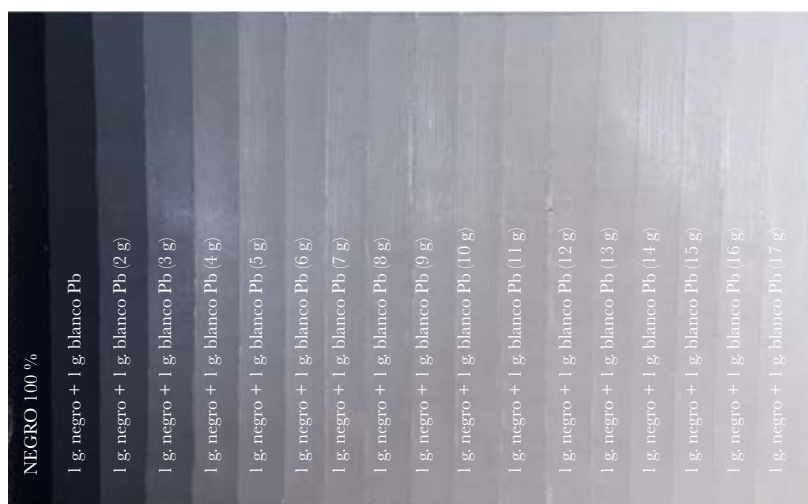


Figura 115. Imagen en escala de grises como base de referencia tonal.

VELADURAS HISTÓRICAS CON PIGMENTOS LACA:  
 APROXIMACIÓN TEÓRICO-PRÁCTICA Y CARACTERIZACIÓN EN DIVERSAS BANDAS DEL ESPECTRO



Figura 116. Tabla con la escala tonal del color negro.

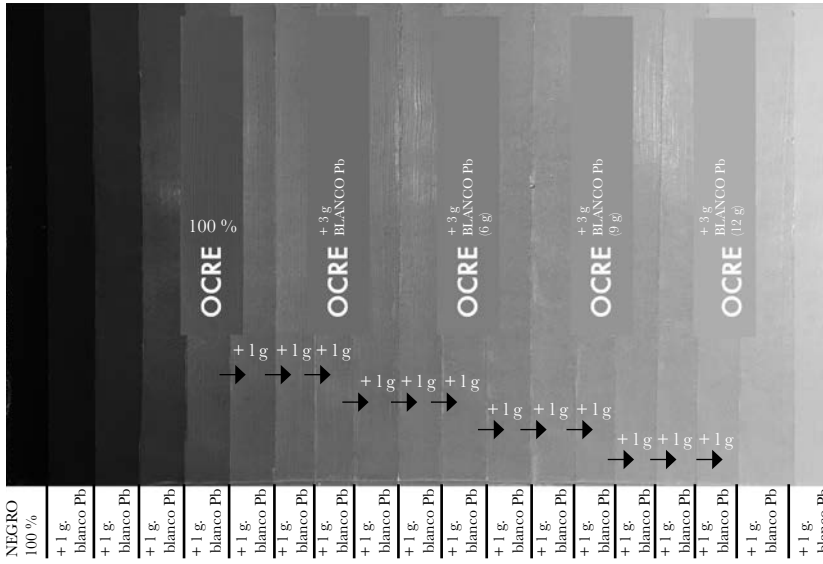


Figura 117. Escala tonal del color ocre.

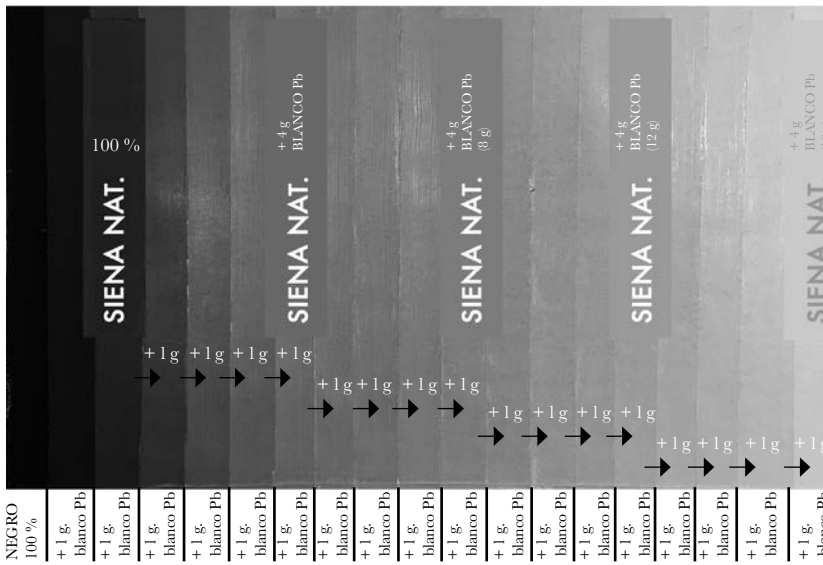


Figura 118. Escala tonal del color sienna natural.

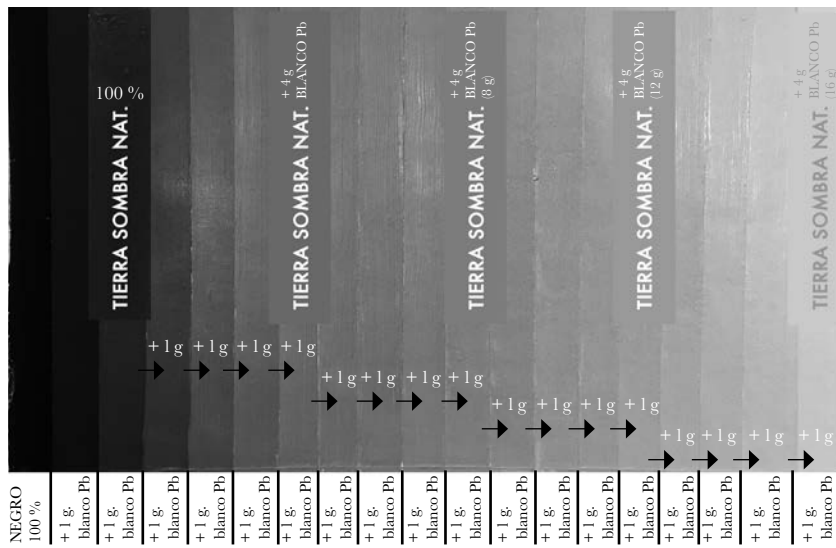


Figura 119.  
 Escala tonal del color sombra natural.

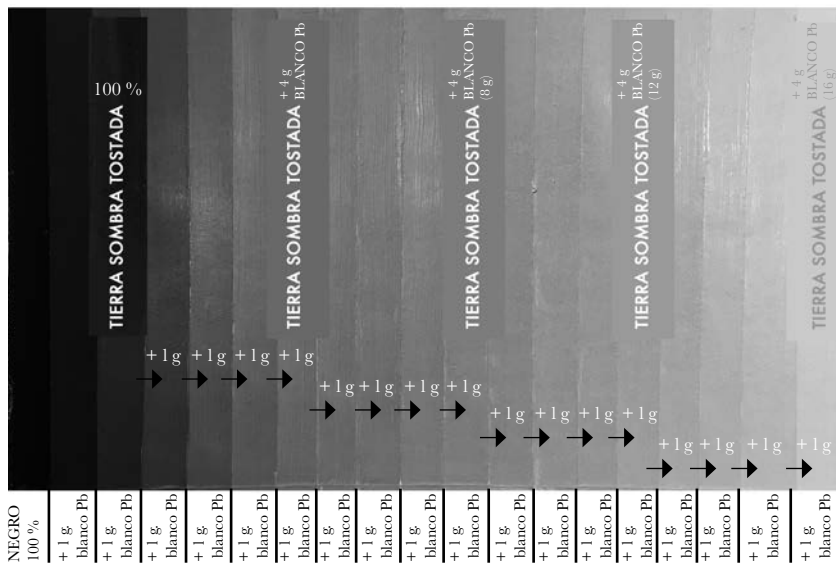


Figura 120.  
 Escala tonal del color sombra tostada.

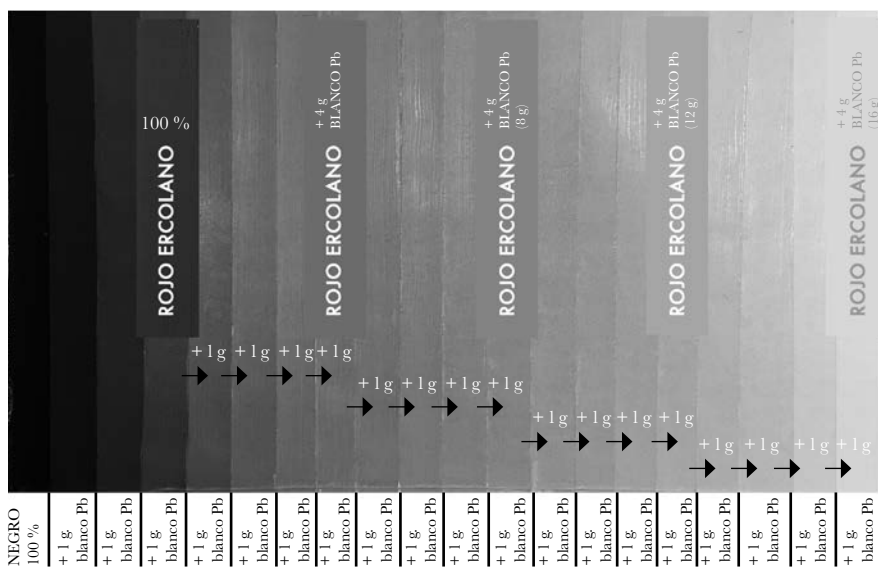


Figura 121.  
 Escala tonal del color rojo óxido férrico.

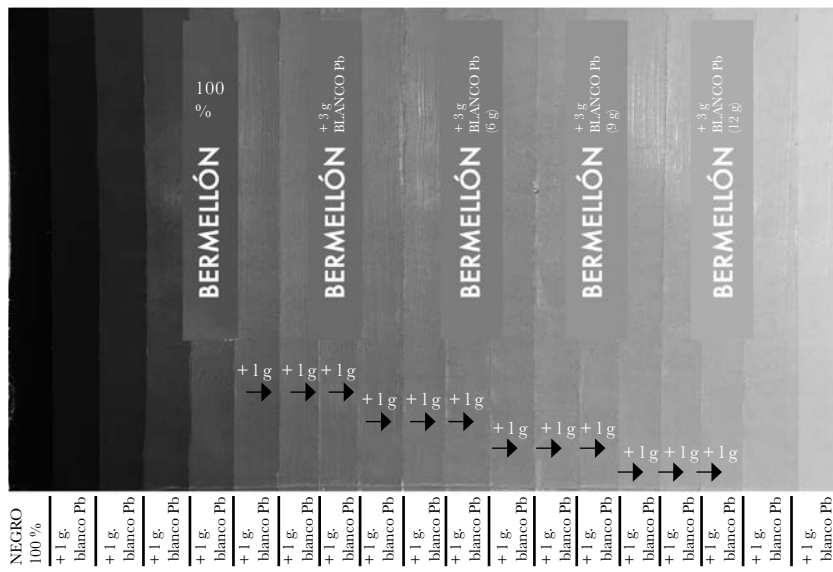


Figura 122.  
 Escala tonal del color bermellón.

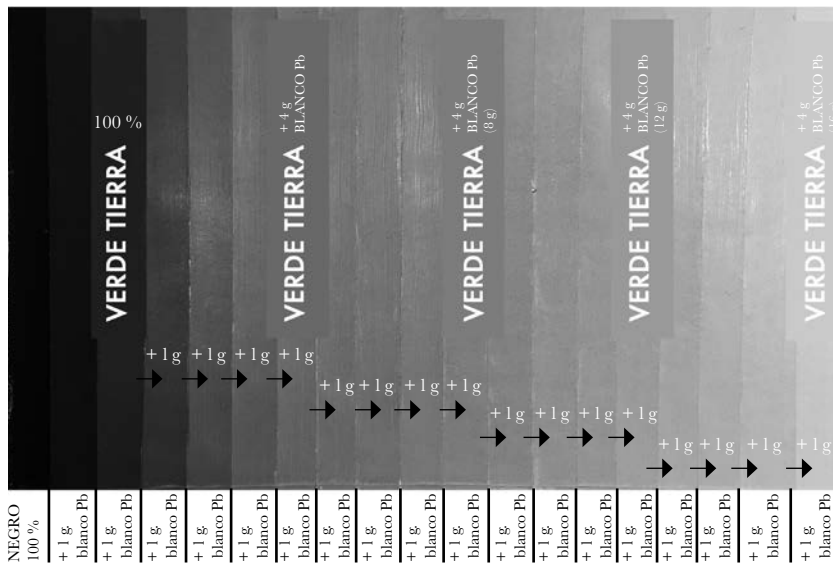


Figura 123.  
 Escala tonal del color verde tierra.

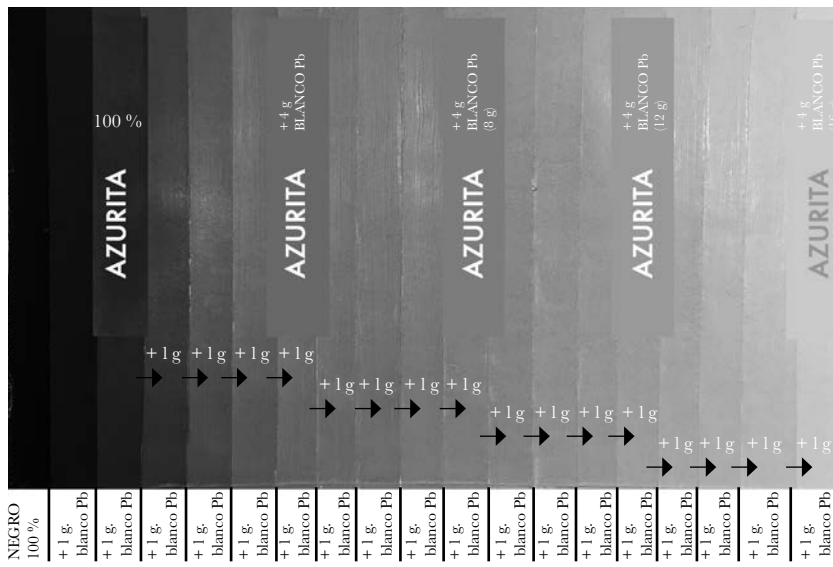


Figura 124.  
 Escala tonal del color azurita.



## ANEXO IV

### MEZCLAS DE PIGMENTOS LACA Y BARNIZ EMPLEADOS

Debido a las distintas propiedades de los pigmentos laca, antes de aplicar las veladuras sobre las tablas, ha sido necesario realizar pruebas en base a las proporciones de laca y barniz necesarias para aplicar las veladuras, atendiendo a su poder cubriente, facilidad de aplicación, y disolución de la partícula en el medio. Para ello se han empleado los tres barnices mencionados en el apartado anterior: El Barniz 5, el Barniz 6 y el Barniz 7. En cada tabla se ha aplicado una muestra representativa de materiales aglutinados con los tres barnices en diferentes proporciones. El objetivo no es otro que generar veladuras homogéneas, y que su poder de coloración sea suficiente para que al superponer las sucesivas capas de veladura, el cambio cromático en la saturación sea perceptible visualmente. Se han elaborado cuatro mezclas incrementando la cantidad de material colorante en cada mezcla con las siguientes cantidades de colorante y barniz<sup>16</sup>.

Mezcla de colorante y barniz en distintas proporciones		
	BARNIZ	MATERIAL COLORANTE
<b>MEZCLA 1</b>	0,5 g	0,01 g
<b>MEZCLA 2</b>		0,05 g
<b>MEZCLA 3</b>		0,06 g
<b>MEZCLA 4</b>		0,1 g
<b>MEZCLA 5</b>		0,03 g
<b>MEZCLA 6</b>	1 g	0,01 g

Tabla. Descripción de las diferentes mezclas.

Una vez realizados los ensayos para determinar el barniz con el que se generarán las veladuras, ha sido seleccionado el Barniz n° 6. Se comprueba empíricamente que las proporciones de este barniz se aproximan a la segunda receta de Teófilo. Las mezclas utilizadas para la elaboración de los pigmentos laca de cada uno de los colorantes han dependido de las características y naturaleza de cada uno de ellos (poder cubriente, poder colorante, tamaño de partícula) que han determinado emplear una u otra mezcla. En la siguiente tabla se muestran las mezclas empleadas para la elaboración de cada pigmento laca.

Mezclas empleadas para la aplicación de las diferentes capas de veladuras en función del pigmentos laca.					
PIGMENTO LACA	CAPA 1-1	CAPA 1	CAPA 2	CAPA 3	CAPA 4
<b>1 Carmín nacarado 42100</b>	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>2 Cochinilla + carbonato de sosa</b>	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>3 Cochinilla + alumbre + carbonato de sosa</b>	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2

16. Tanto en las pruebas realizadas con el Barniz 5 como con el Barniz 7, se han añadido dos mezclas (Mezcla 5 y 6), ya que el índigo no se aplicaba de forma homogénea, por lo que ha sido necesario aumentar la proporción de barniz y reducir la cantidad de colorante.

VELADURAS HISTÓRICAS CON PIGMENTOS LACA:  
 APROXIMACIÓN TEÓRICO-PRÁCTICA Y CARACTERIZACIÓN EN DIVERSAS BANDAS DEL ESPECTRO

Mezclas empleadas para la aplicación de las diferentes capas de veladuras en función del pigmentos laca.					
PIGMENTO LACA	CAPA 1-1	CAPA 1	CAPA 2	CAPA 3	CAPA 4
<b>4</b> Cochinilla + alumbre + bicarbonato de sodio	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>5</b> Lac Dye. 36020	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>6</b> Rubia Coral. 372051	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>7</b> Rojo oscuro. 372141	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>8</b> Rubia morada. 37218	MEZCLA 2+4	MEZCLA 2+4	MEZCLA 2+4	MEZCLA 2+4	MEZCLA 2+4
<b>9</b> Reseda	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4
<b>10</b> Reseda. 36262	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4
<b>11</b> Aloe. 38010	MEZCLA 2+4	MEZCLA 2+4	MEZCLA 2+4	MEZCLA 2+4	MEZCLA 2+4
<b>12</b> Sil de grain. 37934	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4
<b>13</b> Azafrán	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>14</b> Índigo. 36002	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>15</b> Índigo + sepiolita	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4
<b>16</b> Azul pastel	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4
<b>17</b> Verde Vessie	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4	MEZCLA 4
<b>18</b> Atramentum. 12030	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2
<b>19</b> Sepia. 12400	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2	MEZCLA 2

Tabla. Descripción de las mezclas asignadas para cada capa de veladura.

La capa denominada 1-1 es aquella en la que se ha aplicado la veladura con el dedo. Este procedimiento era bastante habitual a la hora de aplicar las veladuras.

## ANEXO V

### CARACTERIZACIÓN ESPECTROSCÓPICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

En el siguiente Anexo se describe el estudio espectroscópico de los pigmentos y lacas utilizados. Se trató de un estudio preliminar efectuado a pigmentos pensados para usarse en las gradaciones basales, (CTS, y Kremer Pigmente), además de colorantes y lacas de producción industrial (Kremer) o de producción artesanal. Con los resultados se pudieron elegir los pigmentos más adecuados, que presentaban menos impurezas, y pudo constatarse que muchos de los pigmentos que se suministran pretendidamente puros, en realidad no lo son, conteniendo importantes porcentajes de cargas y rellenos. Al mismo tiempo, gracias a este estudio preliminar, se pudo comenzar a prever, a partir de sus respectivas respuestas espectrales, su comportamiento en diversos rangos del espectro. Dicho estudio se ha realizado en el *Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara”* de Florencia, por Claudia Martina Anello, Giovanni Bartolozzi, Costanza Cucci, Francesco Grazzi y Marcello Picollo.



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara”  
VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

### Studio composizionale mediante tecniche spettroscopiche vibrazionali dei materiali artistici provenienti da Kremer e Universitat Politècnica de Valencia

**Gruppo di Spettroscopia Applicata**

Claudia Martina Anello, Giovanni Bartolozzi, Costanza Cucci, Francesco Grazzi, Marcello Picollo

*Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara” del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IFAC-CNR)*

*Via Madonna del Piano 10, 50019 Sesto Fiorentino (FI)*

*E-mail: m.picollo@ifac.cnr.it*



## **Studio composizionale mediante tecniche spettroscopiche vibrazionali dei materiali artistici provenienti da Kremer e Universitat Politecnica de Valencia**

Il seguente studio è stato condotto al fine di caratterizzare 38 pigmenti mediante spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR) e spettroscopia micro-Raman.

La caratterizzazione dei pigmenti è stata fatta con lo scopo di conoscerne la composizione e di evidenziare eventuali incongruenze tra la reale composizione dei materiali analizzati e quanto dichiarato dall'azienda produttrice/distributrice.

### **1. Strumentazione**

#### *1.1 FT-IR*

Lo strumento utilizzato è uno spettrometro compatto e portatile della Bruker Optics Inc., modello FT-IR ALPHA in configurazione di trasmittanza.

Lo spettrometro è costituito da una sorgente infrarossa tipo SiC globar (carburo di silicio con emissione comparabile a quella di corpo nero con temperatura di circa 1000 K), un interferometro, un rivelatore piroelettrico DTGS (tridiglicinsolfato deuterato), con sensibilità nell'intervallo spettrale (7500-375  $\text{cm}^{-1}$ ) che opera in tutta la regione del medio infrarosso (MIR, 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ ), parte del vicino infrarosso (NIR, 7500-4000  $\text{cm}^{-1}$ ) e del lontano infrarosso (FIR, 400-375  $\text{cm}^{-1}$ ). Le misure sono state acquisite in trasmittanza (pasticche di KBr del diametro di 13 mm) nell'intervallo spettrale 4000-375  $\text{cm}^{-1}$ , risoluzione di 4  $\text{cm}^{-1}$ , eseguendo 64 scansioni per un totale di 60 secondi per ogni misura. Per realizzare le pasticche la polvere dei campioni (circa 1 mg) è stata dispersa in una matrice di KBr Aldrich FT-IR grade (circa 100 mg). L'elaborazione degli spettri IR è fatta tramite il software EZ OMNIC 7.3.

#### *2.2 Micro-Raman*

Le analisi micro-Raman sono state eseguite con uno spettrometro Raman BWTEK accoppiato con un microscopio operativo nell'intervallo spettrale 80-3200  $\text{cm}^{-1}$ . Lo strumento è equipaggiato con un laser a 785 nm ed è interfacciato con due fibre ottiche che collegano la testa di misura rispettivamente al laser e allo spettrometro. Per il seguente studio è stato utilizzato un obiettivo con ingrandimento 10 $\times$ , lo strumento è inoltre dotato di telecamera integrata che consente la visualizzazione del punto del campione (di cui si vuole ottenere lo spettro) sul monitor del computer così da monitorare il raggio laser e la messa a fuoco dell'immagine. Un filtro notch blocca la radiazione Rayleigh il cui segnale coprirebbe quelli Raman, che risultano molto più deboli; questi ultimi vengono raccolti da un detector CCD. Gli spettri generati sono stati analizzati con il software BWSpec4 ed elaborati con il software OriginPro 8.5. L'identificazione dei composti è avvenuta confrontando gli spettri acquisiti con spettri Raman di riferimento disponibili in letteratura. Gli spettri sono stati acquisiti con una risoluzione di 3  $\text{cm}^{-1}$  impiegando un'intensità del segnale Raman tra 1 e 30 mW con un tempo di misura totale variabile per ogni campione analizzato. Dalle misure è stato sottratto il segnale del rumore di fondo ottenuto tramite una misura di riferimento a laser spento (dark).



## 2. Caratterizzazione/classificazione dei campioni

I campioni analizzati sono 38 (figg.1-3) e sono stati suddivisi in base alla provenienza e alla data di ricezione. Di questi, 12 sono stati forniti dalla ditta Kremer (Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, DE 88317 Aichstetten) e ricevuti in data 10 dicembre 2020 (tab. 1); i restanti 26 sono stati forniti da Universitat Politecnica de Valencia e ricevuti in data 29 dicembre 2020 (tab. 2).

Nelle tabelle 1 e 2 vengono riportate diverse informazioni relative al singolo prodotto quali: fornitore, codice del prodotto, nome del prodotto da catalogo distributore, sua traduzione in italiano.



Figura 1 Foto raffigurante i 12 Campioni descritti in tabella 1, forniti da Kremer. In alto, da sinistra: Lacca di Garanza Naturale, Violetto (KREMER 37218), Polvere al colpo di martello (KREMER 54630), Seppia (KREMER 12400), Caput Mortuum (KREMER 48750), Atramento (KREMER 12030), Cinabro (KREMER 42000). In basso, da sinistra: Azzurrite (KREMER 10200), Verderame, (KREMER 44450), Malachite (KREMER 10310), Terra verde (KREMER 11010), Aloe (KREMER 38010), Giallo di stil de grain (KREMER 37394).



Figura 2 Foto raffigurante 13 dei 26 Campioni (riferiti alla tabella 2) forniti da Universitat Politecnica de Valencia; in alto, da sinistra, campione 1,2,3,4,5,6. In basso, da sinistra, campione 7,8,9,10,11,12,13.



Figura 3 Foto raffigurante 13 dei 26 campioni (riferiti alla tabella 2) forniti da Universitat Politecnica de Valencia; in alto, da sinistra, campione 14,15,16,17,18,19, 20. In basso da sinistra, campione 21,22,23,24,25,26.



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

*Tabella 1 Elenco dei 12 campioni forniti da Kremer*

Fornitore	Codice prodotto	Nome prodotto da catalogo	Nome italiano
KREMER	38010	ALOE	ALOE
KREMER	12030	ATRAMENTUM	ATRAMENTO
KREMER	10200	AZURIT NATUR, STANDARD	AZZURRITE
KREMER	48750	CAPUT MORTUUM, VIOLETT	CAPUT MORTUUM, VIOLETT
KREMER	44450	GRÜNSPAN, SYNTHETISCH	VERDERAME, SINTETICO
KREMER	54630	HAMMERSCHLAGPULVER	POLVERE AL COLPO DI MARTELLO
KREMER	37218	KRAPPLACK VIOLETT	LACCA DI GARANZA NATURALE, VIOLETT
KREMER	10310	MALACHIT NATUR, EXTRA FEIN	MALACHITE
KREMER	37394	SCHÜTTGELB	GIALLO DI STIL DE GRAIN
KREMER	12400	SEPIA	NERO DI SEPPIA
KREMER	11010	VERONESER GRÜNE ERDE, extra fein	TERRA VERDE DI VERONA
KREMER	42000	ZINNOBER	CINABRO

*Tabella 2 Elenco dei 26 campioni forniti da Universitat Politecnica de Valencia*

	Fornitore	Codice prodotto	Nome prodotto da catalogo	Nome italiano
1	CTS,MAIMERI	ART.0261.	PIG. TIERRA SOMBRA TOST.	TERRA D'OMBRA BRUCIATA
2	CTS,MAIMERI	ART.0262.	PIG. TIERRA SIENA TOS.	TERRA DI SIENA BRUCIATA
3	CTS,MAIMERI	ART. 0264.	PIG. TIERRA VERDE	TERRA VERDE
4	CTS,MAIMERI	ART.0266	PIG. TIERRA SOMBRA NAT	TERRA D'OMBRA NATURALE
5	CTS,MAIMERI	ART.0270	PIG. TIERRA ROJA	TERRA ROSSA
6	CTS,MAIMERI	ART.0316	PIG. ROJO ERCOLANO	ROSSO ERCOLANO
7	PRODUZIONE PROPRIA		VERDIGRIS.	VERDE RAME
8	KREMER	36262	RESEDA	LACCA DI RESEDA
9	KREMER	372051	KRAPPLACK KORALLE	LACCA DI GARANZA CORALLO
10	KREMER	36020	LAC DYE	LACCA INDIANA
11	KREMER	36002	INDIGO GENIUNO	INDACO GENUINO
12	KREMER	37394	STIL DE GRAIN	GIALLO DI STIL DE GRAIN
13	PRODUZIONE PROPRIA		COCHINILLA, ALUMBRE, CARBONATO DE SODIO.	LACCA DI COCCINIGLIA
14	PRODUZIONE PROPRIA		COCHINILLA, CARBONATO 2.	LACCA DI COCCINIGLIA
15	PRODUZIONE PROPRIA		ROBBIA, ALUMBRE, BICARBONATO 2.	LACCA DI ROBBIA
16	PRODUZIONE PROPRIA		COCHINILLA, ALUMBRE, BICARBONATO SODICO.	LACCA DI COCCINIGLIA



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

17	KREMER	36250	AMARILLO, RESEDA LUTEOLA, KREMER 36250	ARZICA SECCA
18	PRODUZIONE PROPRIA		AZAFRÁN	ZAFFERANO
19	KREMER	PP5K/33- 150	ROJO VENECIANO	ROSSO VENEZIANO
20	KREMER	42100	CARMÍN NACARADO ROJO COCHINILLA.	ROSSO DI COCCINIGLIA
21	KREMER	372141	LACA DE RUBIA TINCTORUM ROJO OSCURO	LACCA DI ROBBIA
22	KREMER	PP5/25-150	TIERRA DE SIENA NATURAL ITALIANA	TERRA DI SIENA NATURALE
23	KREMER	PP5K/45- 150	SOMBRA TOSTADA ITALIANA ROJIZA	TERRA D'OMBRA BRUCIATA ITALIANA
24	CTS,MAIMERI	493	TIERRA SOMBRA NATURA	TERRA D'OMBRA NATURALE
25	CTS,MAIMERI	263	TIERRA SIENA NATURAL	TERRA DI SIENA NATURALE
26	CTS,MAIMERI	296	TIERRA VERDE	TERRA VERDE

### 3. Risultati e discussioni

Per facilitare la discussione dei risultati ottenuti mediante le analisi spettroscopiche, si è scelto di raggruppare da una parte i campioni aventi composizione mineralogica analoga e dall'altra campioni che, sebbene abbiano differente composizione mineralogica, hanno stessa colorazione.

#### Le Terre

*Terre rosse, Terre di Siena e Terre d'ombra*



Figura 4 Foto raffigurante otto campioni classificati come Terre rosse, di Siena e d'ombra; da sinistra verso destra: i campioni 1,2,4,5,22,23,24,25

Questi pigmenti sono caratterizzati dalla presenza di ossidi e idrossidi di ferro ( $Fe^{3+}$ ) a secondo del colore del pigmento. I due estremi sono l'ematite, ossido di ferro, e la goethite, idrossido di ferro, rispettivamente per le tinte rosse e gialle dei pigmenti.

*Terra d'Ombra.* Dall'osservazione dello spettro FT-IR del campione 1 "Terra d'ombra bruciata" è stato possibile individuare gli assorbimenti caratteristici della calcite e dell'ematite. Si individua



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
 Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"  
 VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

inoltre una banda a  $1030\text{ cm}^{-1}$  (non indicata in tab.3) riconducibile verosimilmente alla presenza di un composto di natura silicatica (fig.5). I Campioni 23 e 4, entrambi "Terra d'ombra naturale", presentano gli assorbimenti caratteristici della caolinite e della goethite, in dubbio è invece la presenza degli assorbimenti caratteristici dell'ematite (figg.6-7). Il campione 24, anche esso una Terra d'ombra naturale, contiene goethite (fig.8).

Tabella 3 Posizioni degli assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dei composti costituenti i campioni classificati come Terre rosse, di Siena e d'ombra.

Campioni	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici della caolinite, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici della calcite, $\text{CaCO}_3$	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici della goethite, $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dell'ematite, $\alpha\text{-(Fe}_2\text{O}_3)$
*1 terra d'ombra bruciata		2512,1797,1424,875,712		533,469
*2 terra Siena bruciata	3694,3650,3620,3422,1097,1033,1015,913,793,753, 694,433	2512,1797,1423,875	3214	561?,473
*4 terra d'ombra naturale	3694,3646,3620,1098,1034,1012,914,795,669,469	2512,1797,1423,875,712	792,670,608 (spalla)	540,470?
*5 terra rossa	3695,3649,3620,3431,1098,1033,1010,913,788,751,693,431			539,470
*22 terra Siena naturale	3695,3649,3620,3419,1100,1033,1010,913,753,692,540,470,431	2512,1797,1420,875,712	3164,800	
*23 terra d'ombra naturale	3695,3645,3620,1109,1036,1012,750,541,429	2512,1797,1423,875,712	915,797,668,603 (spalla)	470?
*24 terra d'ombra naturale			3214,900,798,667,609 (spalla), 467,431	
*25 terra di Siena naturale	5694,3626,3414,1032,1015	2519,1436,879,712	3187,906,797,668,606,465,417	

\*Campioni forniti da Universitat Politecnica de Valencia



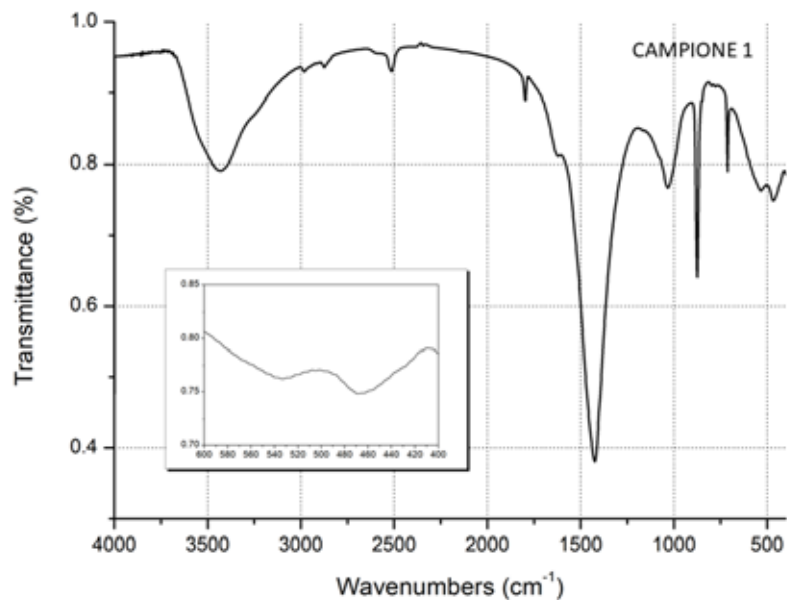


Figura 5 Spettro FT-IR del campione 1 Terra d'Ombra bruciata riportato nell'intervallo 4000- 400  $\text{cm}^{-1}$  e inserto nell'intervallo 600-400  $\text{cm}^{-1}$

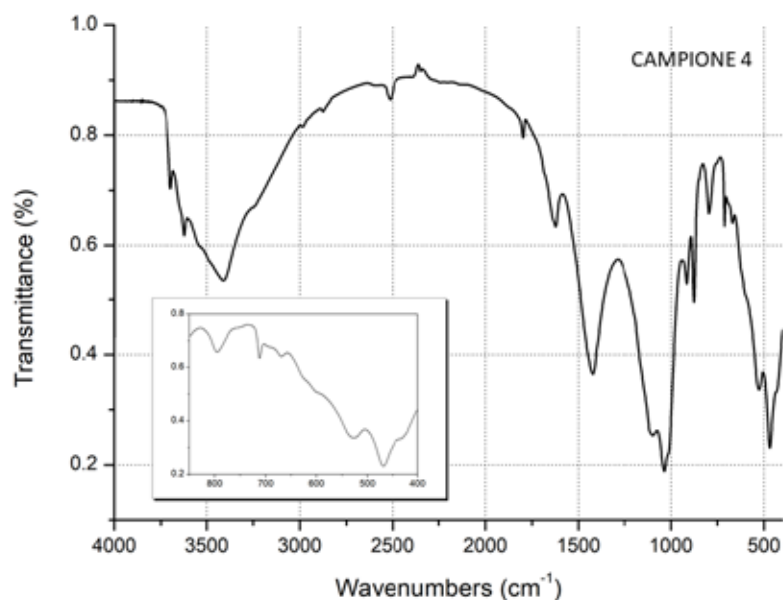


Figura 6 Spettro FT-IR del campione 4 Terra d'Ombra naturale riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 850-400  $\text{cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

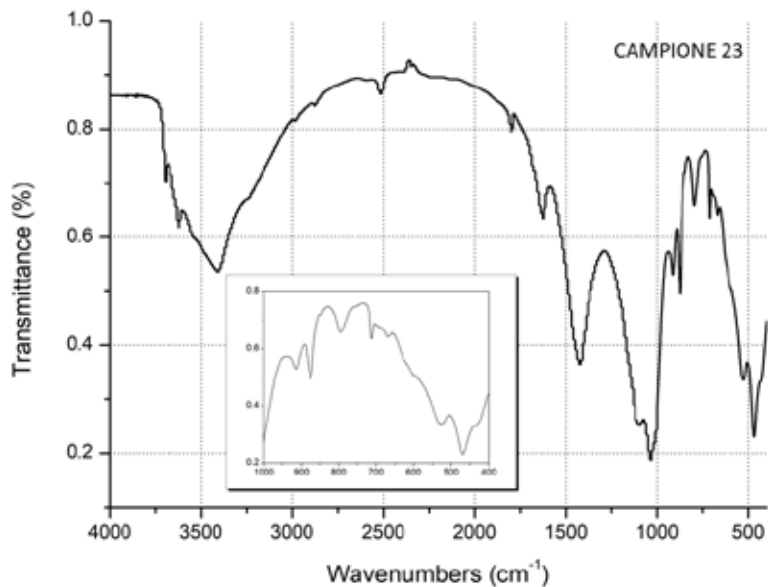


Figura 7 Spettro FT-IR del campione 23 Terra d'Ombra naturale riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 1000-400  $\text{cm}^{-1}$

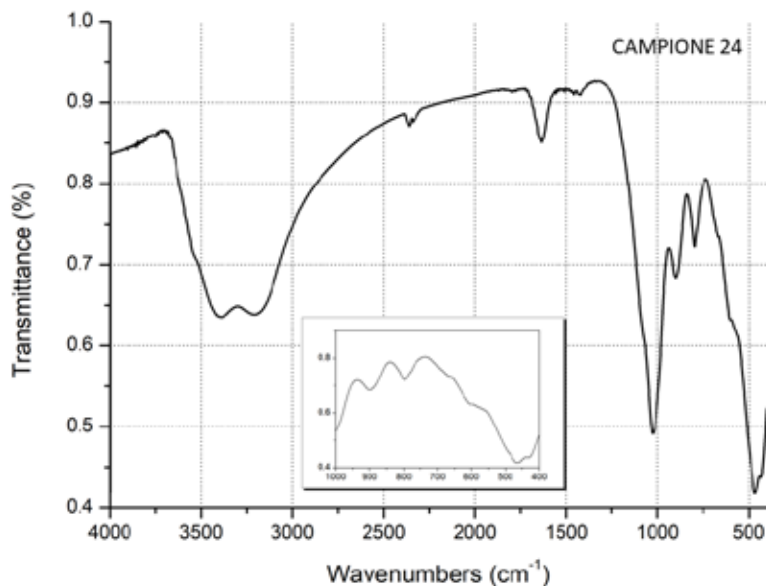


Figura 8 Spettri FT-IR del campione 24 Terra d'Ombra Naturale riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 1000-400  $\text{cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

*Terra di Siena*. I campioni 2, 22 e 25 mostrano gli assorbimenti caratteristici della caolinite e della calcite. Il campione 2 "Terra di Siena bruciata" presenta bande di assorbimento dell'ematite e ancora tracce di goethite (assorbimento a circa  $3214\text{ cm}^{-1}$  attribuibile allo stretching del gruppo ossidrilico); probabilmente questo pigmento è stato ottenuto per riscaldamento di una terra naturale, senza però raggiungere temperature in cui tutta la goethite perde l'acqua reticolare (fig.9).

Il campione 22, in quanto terra di Siena naturale, contiene goethite e non presenta tracce di ematite (fig.10).

Il campione 25, terra di Siena naturale, contiene goethite insieme a calcite e caolinite, le cui bande non sono ben definite. Infatti, le bande di assorbimento caratteristiche di questo ultimo composto, che generalmente si trovano a  $1010$  e  $1035\text{ cm}^{-1}$ , sono inglobate in un'unica banda posizionata a  $1032\text{ cm}^{-1}$  con una piccola spalla a  $1010\text{ cm}^{-1}$  (fig.11). Inoltre, gli assorbimenti a  $3694$ ,  $3626\text{ cm}^{-1}$  sono poco intensi.

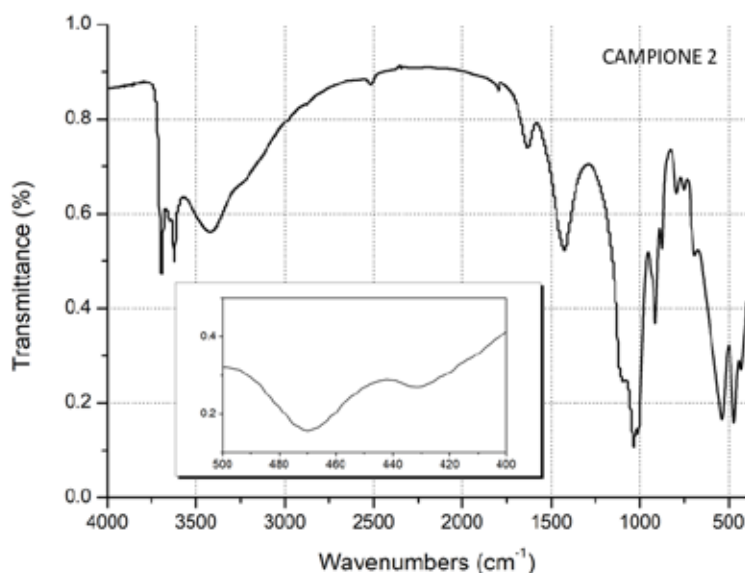


Figura 9 Spettro FT-IR del campione 2 Terra di Siena bruciata riportato nell'intervallo  $400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo  $400\text{-}500\text{ cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

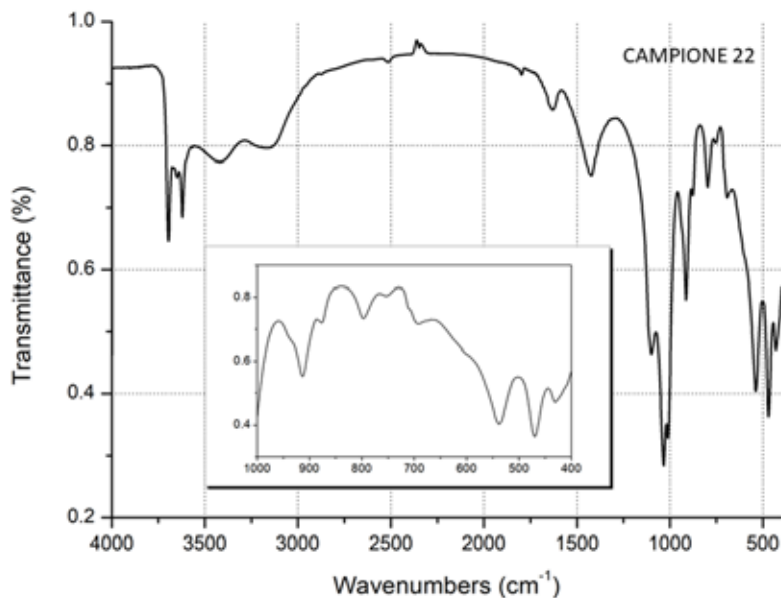


Figura 10 Spettro FT-IR del campione 22 Terra di Siena naturale riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 1000-400  $\text{cm}^{-1}$

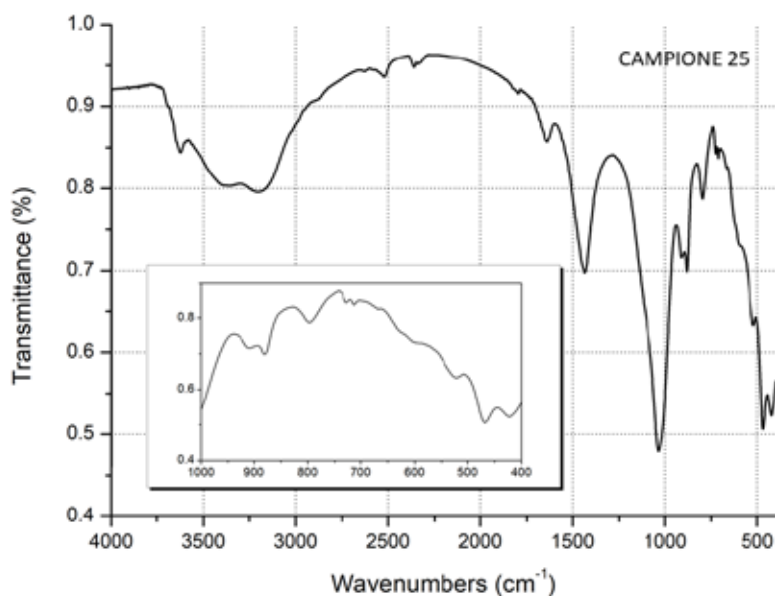


Figura 11 Spettri FT-IR del campione 25 Terra di Siena naturale riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 1000-400  $\text{cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**  
VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

*Terra Rossa*. Dall'analisi FT-IR del campione 5 le bande di assorbimento dell'ematite ( $556, 476 \text{ cm}^{-1}$ ) non sono ben visibili perché sovrapposte a quelle della caolinite ( $540, 471 \text{ cm}^{-1}$ ). Tuttavia, le analisi Raman ( $224, 243, 290, 299, 408, 495, 609 \text{ cm}^{-1}$ ) ne confermano la presenza (figg.12-13).

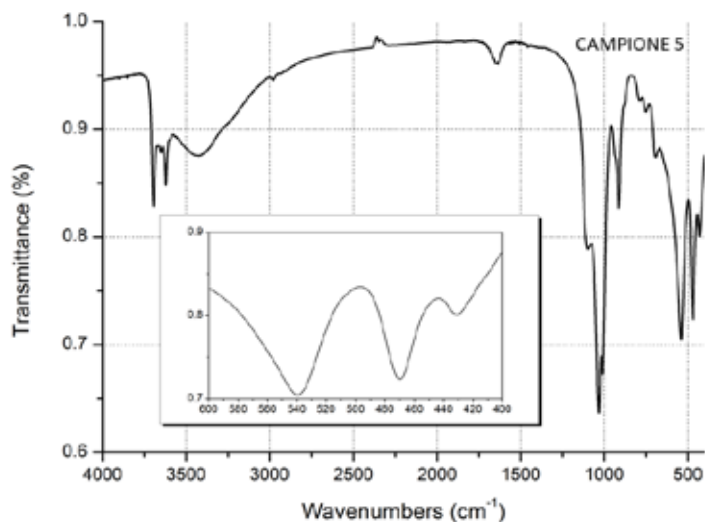


Figura 12 Spettro FT-IR del campione 5 Terra rossa riportato nell'intervallo  $4000-400 \text{ cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo  $600-400 \text{ cm}^{-1}$

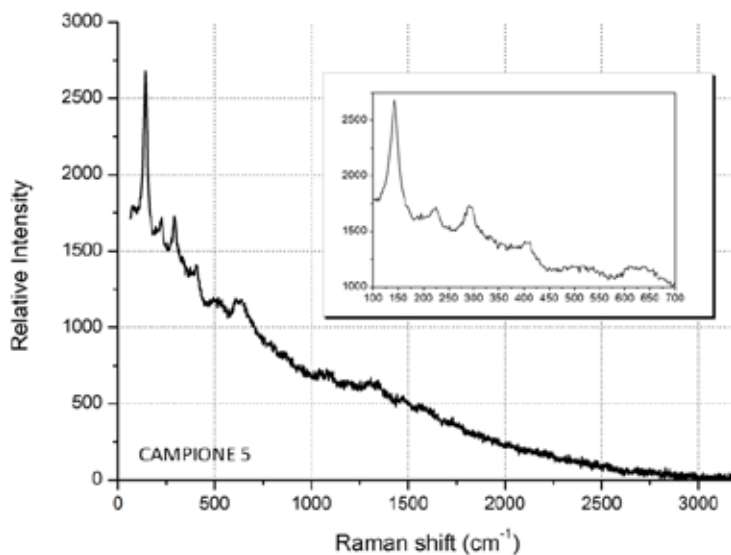


Figura 13 Spettro Raman del campione 5 Terra rossa riportato nell'intervallo  $0-3200 \text{ cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo  $100-700 \text{ cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
 Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"  
 VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

Terre verdi



Figura 14 Foto raffigurante tre campioni classificati come Terre Verdi; da destra verso sinistra: Terra Veronese (KREMER 11010), campione 3 e 26

Tabella 4 Posizione degli assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dei composti costituenti i campioni classificati come Terre Verdi

Campioni	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici del gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici della calcite ( $\text{CaCO}_3$ )	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici della caolinite $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici della celadonite $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})(\text{OH})_2$
*3 Terra verde	3539,3487,3409, 3246,2211,2116, 1685,1624	2519,1796,1427, 879,712	3695,3649,3620, 1110,1041,918, 470,429	3600-3500,1125-950, 797,670
*26 Terra verde	3544,3490,3405, 3246,2233,2115, 1683,1621	2513,1789,1427, 876,712	3696,3620,1110, 1038,916,470,429	3600-3500,1125-950, 794,669
**Terra verde di Verona (KREMER 11101)		2515,1795,1427, 874,712		

\*Campioni forniti da Universitat Politecnica de Valencia

\*\*Campioni inviati da Kremer

Gli spettri delle Terre verdi, campioni 3 e 26 sono molto simili con poche differenze. In entrambi si individuano gli assorbimenti relativi alla celadonite, minerale responsabile del colore verde, e ancora bande del gesso, della calcite e della caolinite utilizzati come filler (figg.15-16).



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

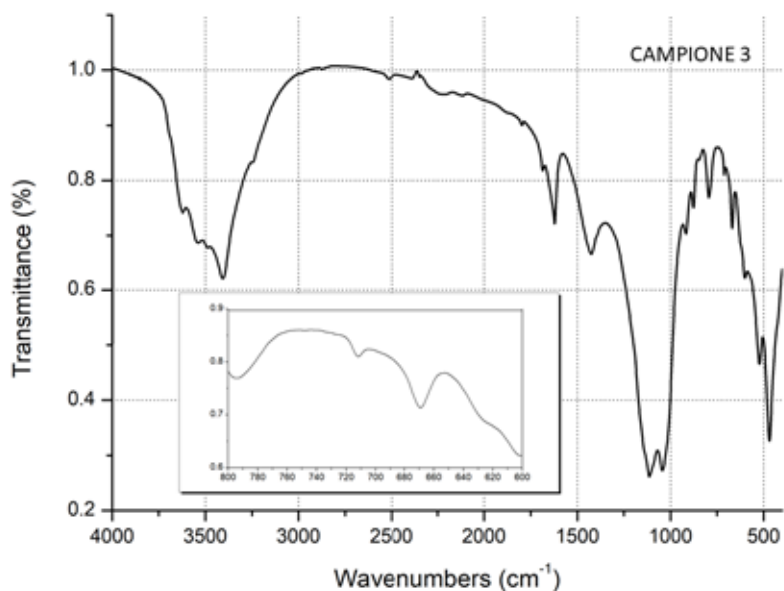


Figura 15 Spettro FT-IR del campione 3 Terra verde riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 800-600  $\text{cm}^{-1}$

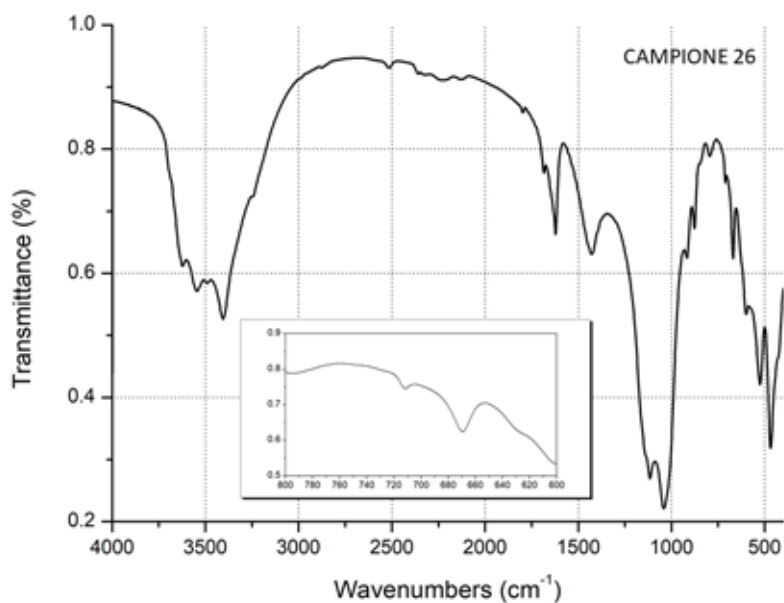


Figura 16 Spettri FT-IR del campione 26 Terra verde riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 800-600  $\text{cm}^{-1}$



Dall'analisi FT-IR del pigmento *Terra verde di Verona* sono evidenti gli assorbimenti della calcite, ma non sono presenti quelli della celadonite, minerale che, come riportato da quanto messo a disposizione dal fornitore, dovrebbe essere il costituente che impartisce il colore verde alla polvere. Nello spettro in figura 17 vi sono altri assorbimenti che non sono stati attribuiti ad alcun composto.

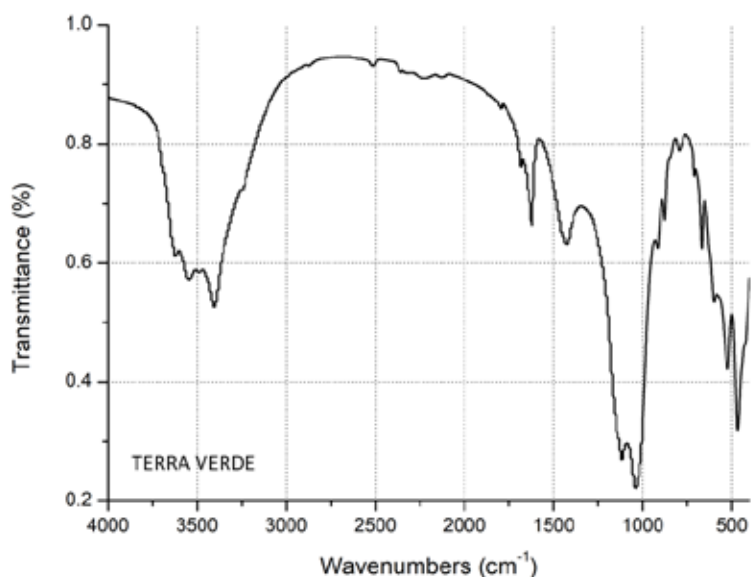


Figura 17 Spettro FT-IR Campione Terra Verde di Verona riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

Le analisi Raman dei campioni 3 e 26 non hanno fornito ulteriori dati a quanto trovato con la tecnica FT-IR (Figg.18-19). Le analisi Raman confermano la presenza di calcite nel campione *Terra Verde di Verona*, nel cui spettro (fig.20) si individuano le due bande caratteristiche a 275 e 1080  $\text{cm}^{-1}$  ma non forniscono altre informazioni per la caratterizzazione dei materiali presenti nel pigmento in accordo con lo spettro FT-IR.





**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

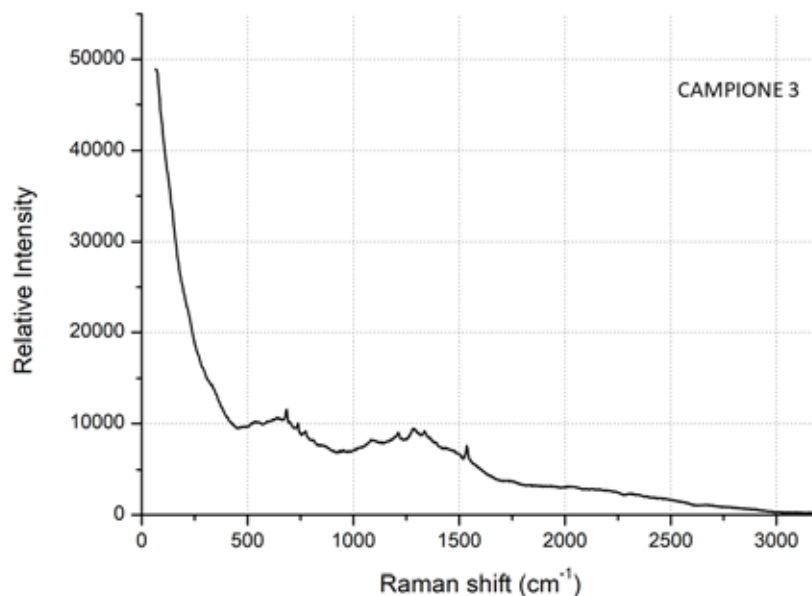


Figura 18 Spettro Raman del campione 3 Terra verde riportato nell'intervallo 0-3200  $\text{cm}^{-1}$

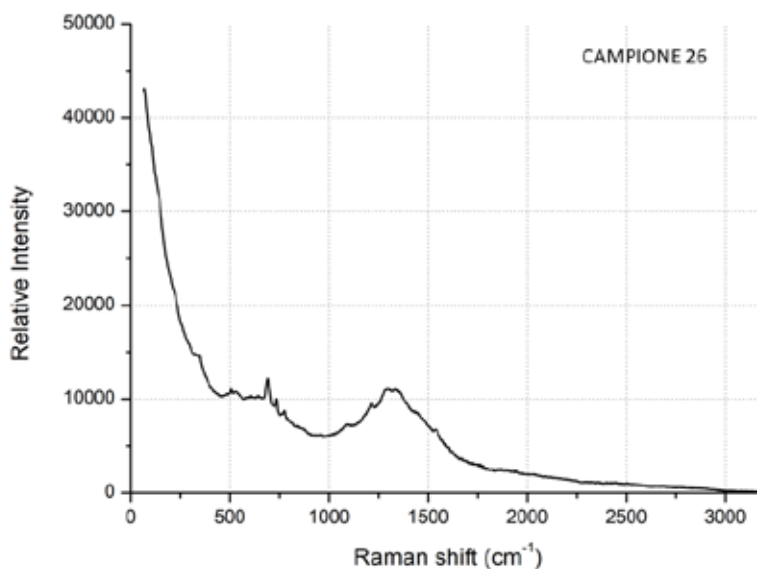


Figura 19 Spettro Raman del campione 26 Terra verde riportato nell'intervallo 0-3200  $\text{cm}^{-1}$

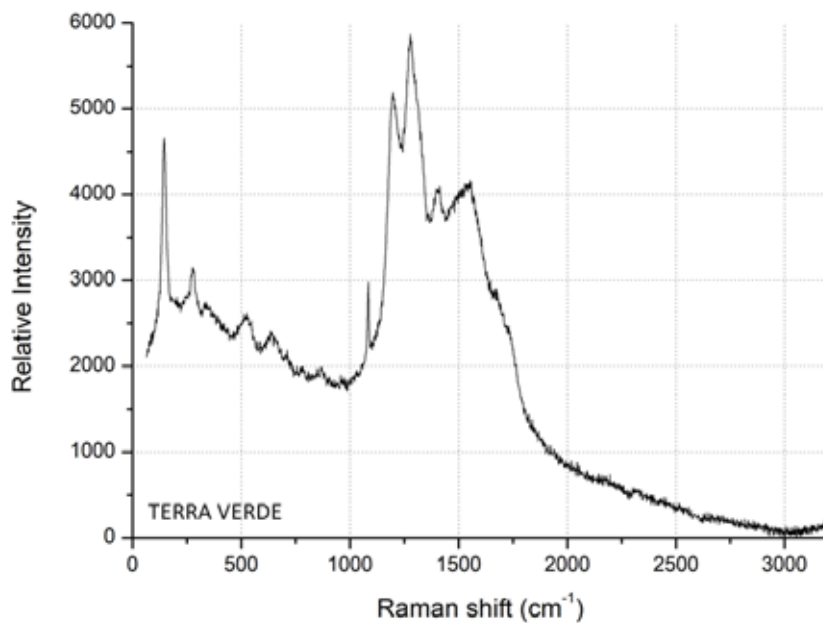


Figura 20 Spettro Raman del campione Terra verde di Verona riportato nell'intervallo 0-3200  $\text{cm}^{-1}$

#### Lacche e coloranti gialli e arancioni

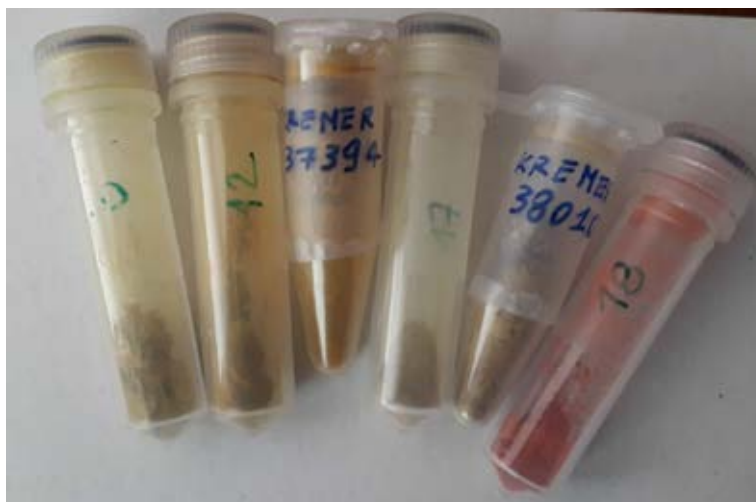


Figura 21 Foto raffigurante sette Campioni classificati come Lacche e Coloranti gialli ed arancioni; da destra verso sinistra: i campioni 8,12, Giallo di stil de grain (KREMER 37394), campione 17, Aloe (KREMER 38010), campione 18



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**  
 VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

Tabella 4 Posizioni degli Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dei composti costituenti i campioni classificati come Lacche e Coloranti gialli ed arancioni.

Campioni	Composti costitutivi	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ )
*8 Lacca di Reseda	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$	3409,1634,1108
**Giallo di stil de grain	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$ Ramnetina ?	3399,1634 1588,1357,1328,1213,1163,1122,1098,1043,815,638
*12 Giallo di stil de grain	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$ Ramnetina ?	3399,1634 1588,1357,1328,1213,1163,1122,1098,1043,815,638
*17 Arzica secca	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$	3443,1635,1107
*18 Zafferano	Zafferano	3378,2925,2856,1697,1543,1438,1419,1376,1318,1270, 1227,1073,1024,748,668
**Aloe		

\*Campioni inviati da Universitat Politecnica de Valencia

\*\*Campioni inviati da Kremer

I campioni 8 e 17, stando a quanto dichiarato dal fornitore, sono lacche ottenute con la luteoliona,  $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_6$ , agente colorante presente nei fiori, di colore giallo-verdastro, della pianta *Reseda Luteola*, appartenente alla famiglia delle Resedaceae.

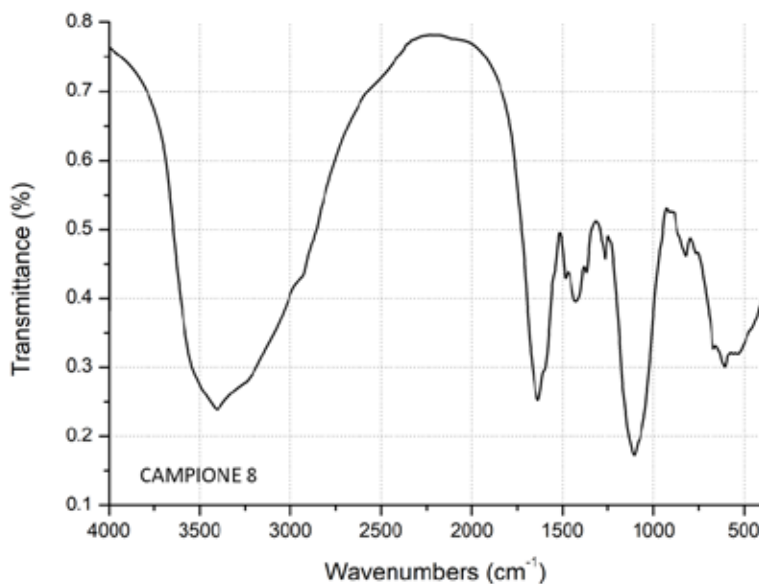


Figura 22 Spettro FT-IR del campione 8 lacca di Reseda riportato nell'intervallo  $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$

Tuttavia, nessuno dei due spettri FT-IR mostra le bande di assorbimento tipiche della luteoliona (figg.22-23). Si individuano, invece, negli spettri di entrambi i campioni le bande dell'allumina, minerale generalmente usato come supporto inorganico su cui fissare il colorante per formare una lacca. La percentuale di colorante che viene fatta adsorbire o precipitare su un substrato inorganico



per formare le lacche è in genere molto piccola, questo potrebbe essere la causa per la quale, dalle analisi FT-IR, nella maggior parte dei casi, non si osservano bande di assorbimento relative ai coloranti.

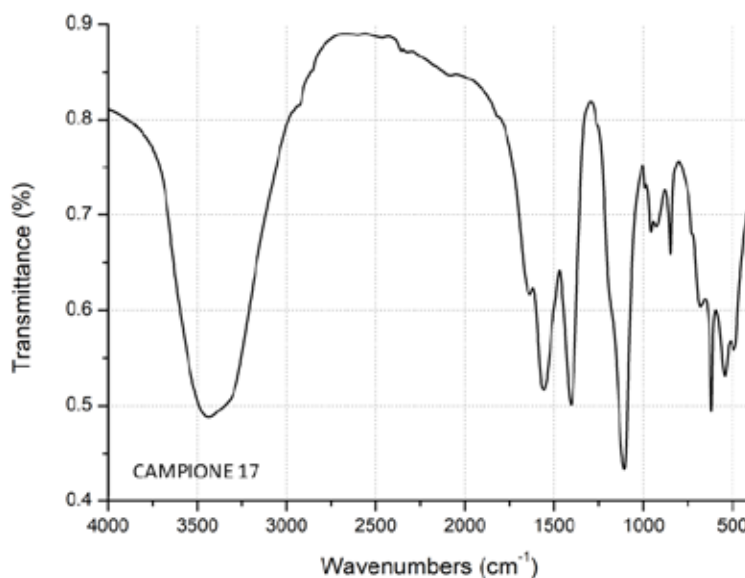


Figura 23 Spettro FT-IR del campione 17 Arzica secca riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

La rhamnetina è il principio colorante contenuto nelle bacche di una pianta della famiglia delle Rhamnaceae, scientificamente denominata *Rhamnus catharticus*, comunemente nota come "Spincervino". A partire da questo colorante si ottengono, secondo quanto dichiarato, i due campioni "Giallo di stil grain" e il campione 12 Giallo di stil de grain (i campioni presentano lo stesso codice anche se di diversa provenienza).

Nei due campioni si può ipotizzare la rhamnetina come agente colorante per la presenza di alcuni assorbimenti a essa attribuibili (1588,1357,1328,1213,1163,1122,1098,1043,815,638  $\text{cm}^{-1}$ ), mentre certa risulta essere, anche in questo caso, la presenza di allumina utilizzata come supporto inorganico. Negli spettri (figg.24-25) si individuano ancora altre bande di assorbimento che non è stato possibile assegnare ad alcun composto.

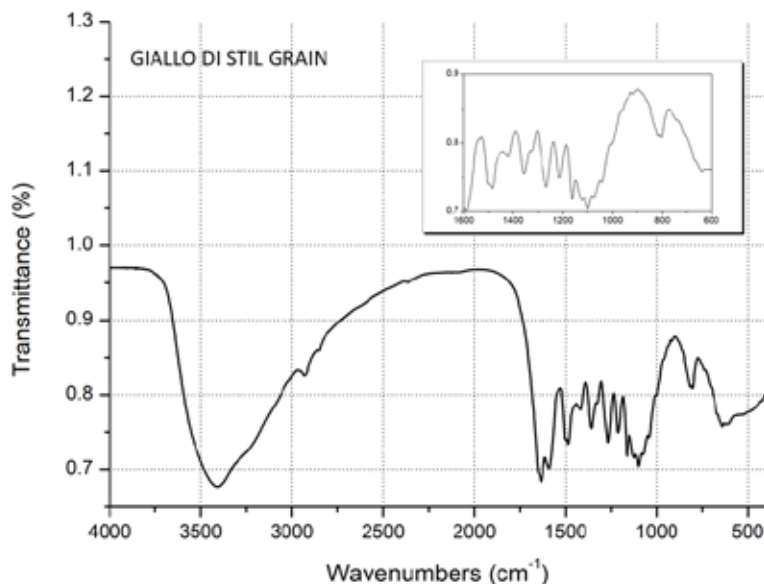


Figura 24 Spettro FT-IR del campione giallo di stil de grain riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 1600-600  $\text{cm}^{-1}$

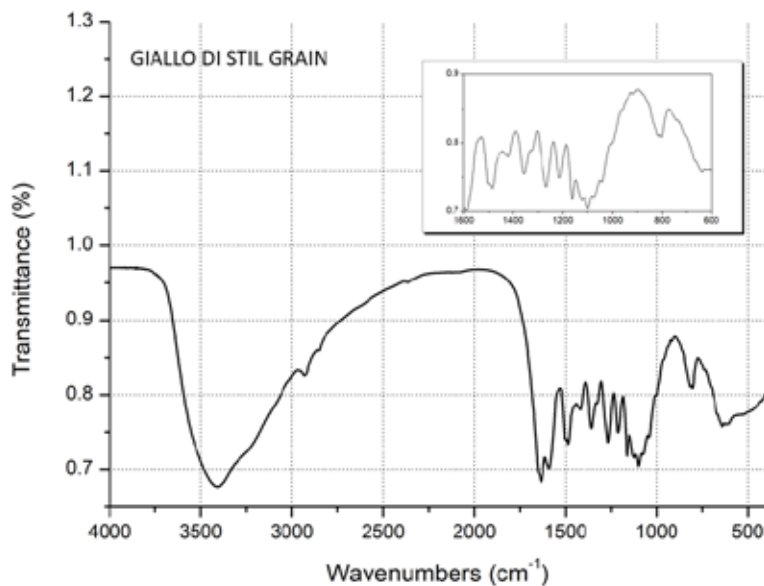


Figura 25 Spettro FT-IR del campione 12 Giallo di stil de grain riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 1600-600  $\text{cm}^{-1}$



Lo zafferano contiene una sostanza colorante, la crocetina, che viene estratta dagli stigmi del fiore *Crocus sativus* (famiglia Iridaceae). Dall'analisi FT-IR lo spettro del campione 18 risulta compatibile con gli assorbimenti di un campione di zafferano preso come riferimento (fig.26). Anche dalle analisi Raman si riscontrano picchi relativi allo zafferano posizionati a 1009, 1159, 1203, 1280, 1540  $\text{cm}^{-1}$  (fig.27).

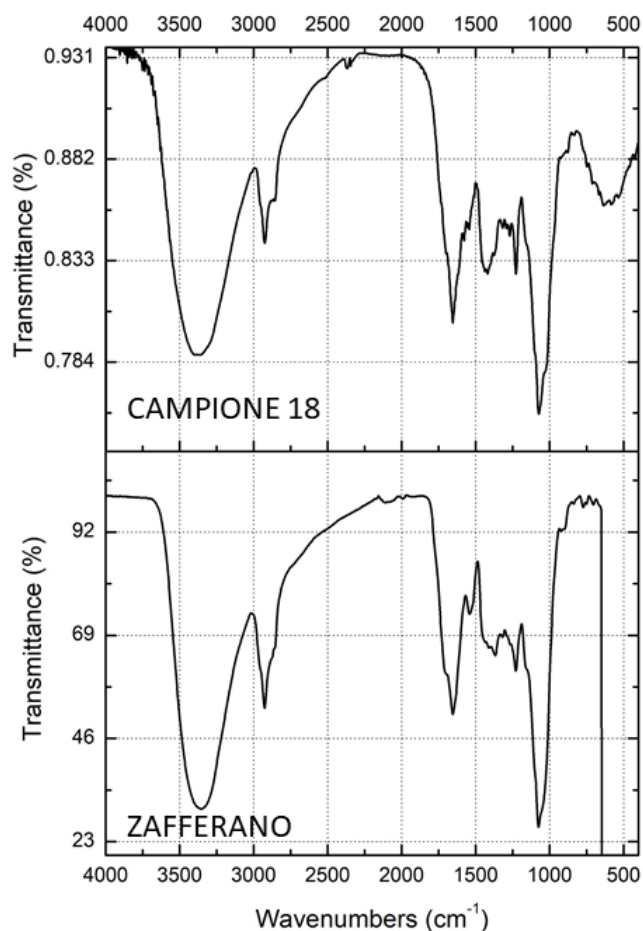


Figura 26 Confronto tra spettri FT-IR del campione 18 Zafferano (sopra) e di un campione di zafferano di riferimento (sotto), entrambi riportati nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

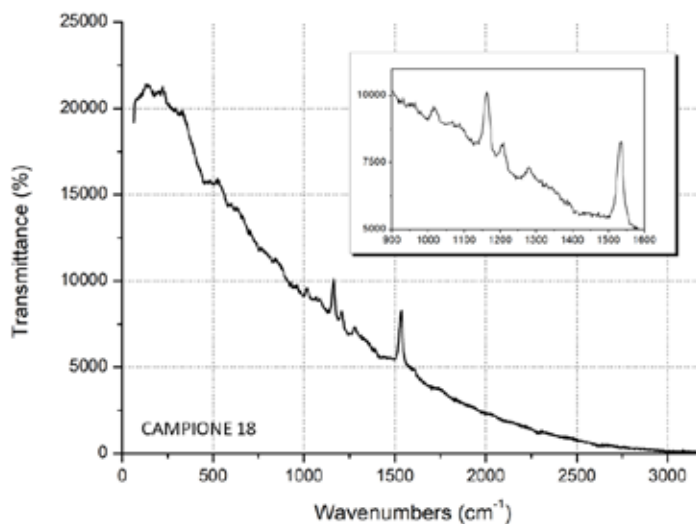


Figura 27 Spettro Raman del campione 18 zafferano riportato nell'intervallo 0-3200 cm<sup>-1</sup> con inserto nell'intervallo 900-1600 cm<sup>-1</sup>

Dalle analisi effettuate non è stato possibile trarre informazioni circa la composizione del campione Aloe il cui spettro ottenuto mediante FT-IR è riportato in figura 28.

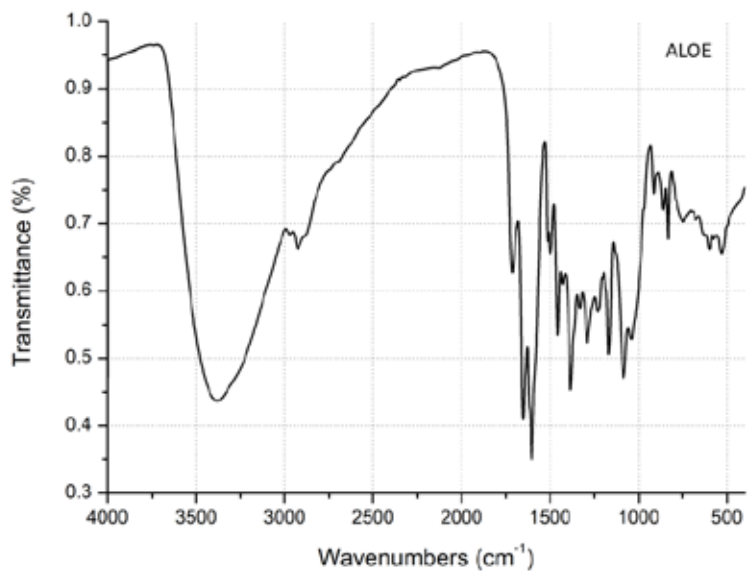


Figura 28 Spettro FT-IR dell'aloë riportato nell'intervallo 4000-400 cm<sup>-1</sup>



*Pigmenti blu*



Figura 29 Foto raffigurante due Campioni di Pigmenti Blu: a sinistra Azzurrite (KREMER 10200), a destra campione 11

Tabella 5 Posizioni degli Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dei composti costituenti i campioni classificati come Pigmenti blu.

Campioni	Composti Costitutivi	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ )
**Azzurrite (KREMER 10200)	Carbonato basico di rame $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	3425,1499,1464,1416,1090,953,837,768,747
	Caolinite $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	3696,3652,3648,3619,1030,1008,913,695,535,463,440
*11 Indaco genuino	Indaco ( $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2$ )	3270,3066,2960,1793,1627,1614,1585,1541,1483,1461,1397,1318,1299,1173,1127,1095,1074,1031,1010,913,877, 789,753,712,698,639
	Caolinite $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	3697,3618,534,467,424

\*Campioni inviati da Universitat Politècnica de València

\*\*Campioni inviati da Kremer

I campioni blu analizzati sono l'azzurrite e l'indaco, il primo è un carbonato basico di rame, il secondo ha come costituente principale la molecola organica indaco.

Entrambi i pigmenti mostrano le tipiche bande di assorbimento dei composti da cui prendono il nome oltre alla caolinite come inerte (figg.30-31).



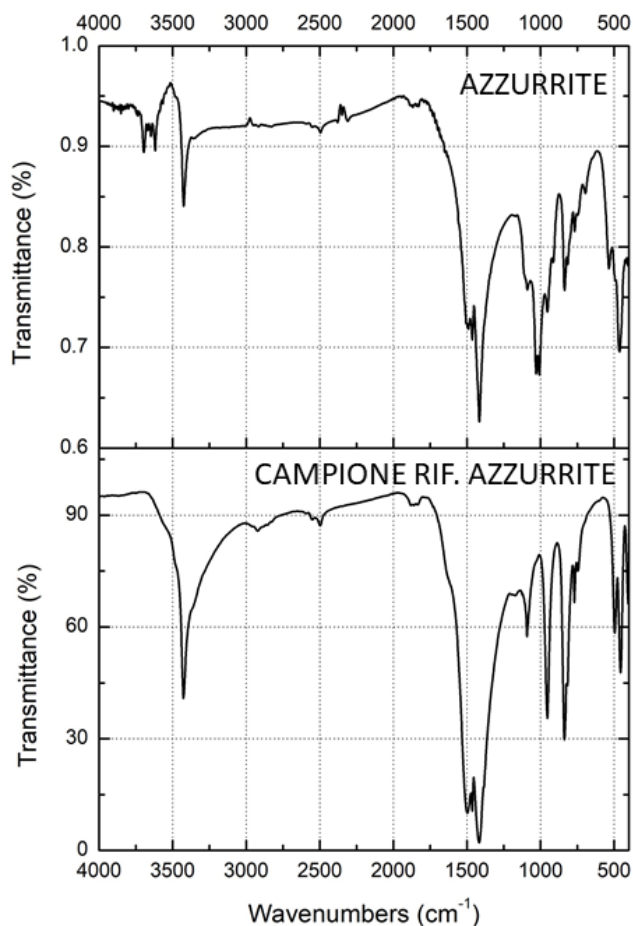


Figura 30 Confronto tra spettri FT-IR del campione azzurrite (sopra) e di un campione di azzurrite di riferimento (sotto), entrambi riportati nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

Lo spettro Raman dell'Azzurrite mostra un picco posizionato a  $176 \text{ cm}^{-1}$ , relativo al pigmento, e altri segnali nell'intervallo  $500\text{-}1400 \text{ cm}^{-1}$ . Questi segnali potrebbero essere relativi alla caolinite ma, in assenza di uno spettro di riferimento, non è stato possibile attribuirli al minerale (fig.32).

Per quel che concerne il pigmento indaco, le analisi Raman confermano quanto già emerso dai risultati delle analisi FT-IR. In figura 33 si individuano i picchi caratteristici dell'Indaco collocati a  $250, 548, 867, 1221, 1312, 1460, 1579 \text{ cm}^{-1}$ .

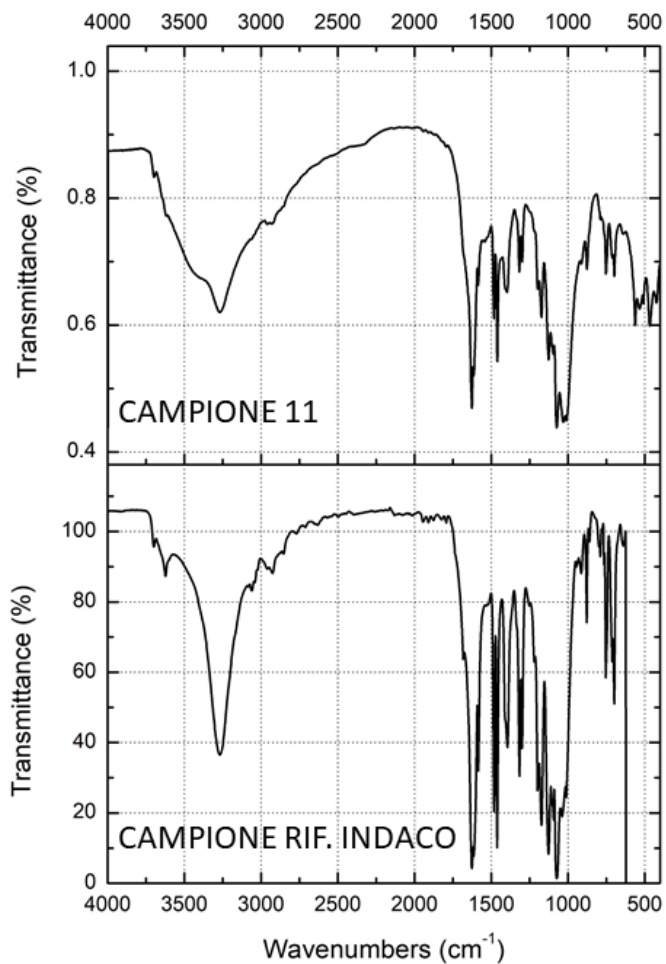


Figura 31 confronto tra spettri FT-IT del campione 11 (sopra) e di un campione di indaco di riferimento (sotto), entrambi riportati nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

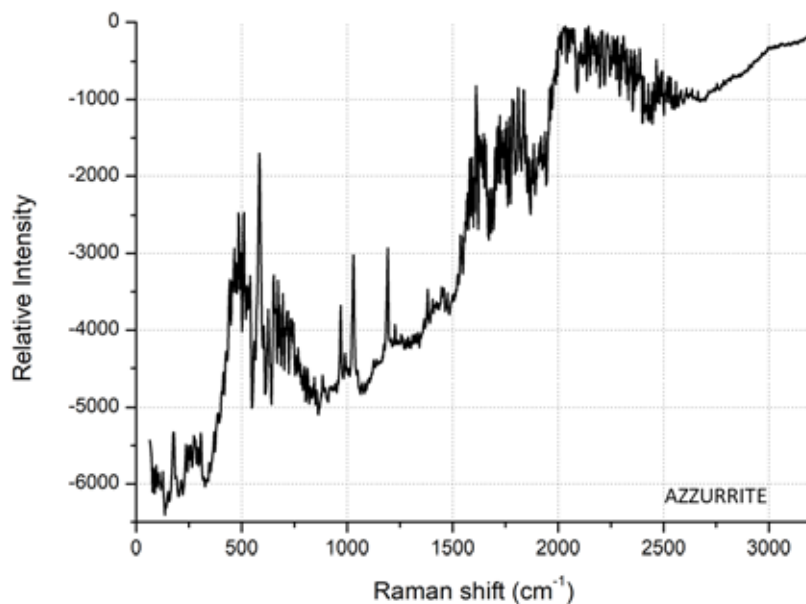


Figura 32 Spettro Raman del campione azurrite riportato nell'intervallo 0-3200  $\text{cm}^{-1}$

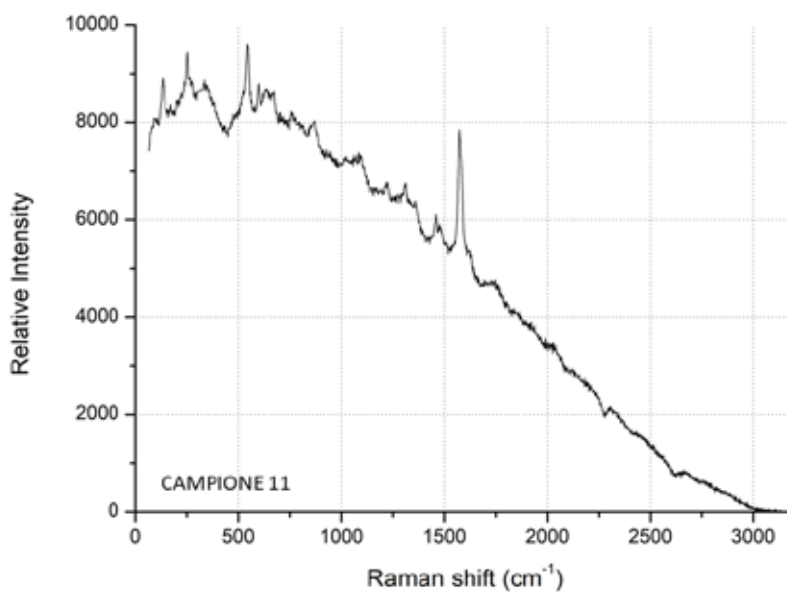


Figura 33 Spettro Raman del campione 11 riportato nell'intervallo 0-3200  $\text{cm}^{-1}$



*Pigmenti verdi*



Figura 34 Foto raffigurante tre campioni di Pigmenti Verdi; da destra verso sinistra: Verderame (KREMER 44450), campione 7, Malachite (KREMER 10310)

Tabella 6 Posizioni degli Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dei composti che costituiscono i campioni di Pigmenti verdi.

Campioni	Composti costitutivi	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ )
*7 Verderame	Acetato di rame $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	3476,3373,3272,2989,2941,2473,1647,1601,1506,1445, 1422,1354, 1052,1033,691,629,558,523
**Verderame (44450)	Acetato di rame $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	3476,3373,3272,2989,2941,2473, 1647,1601,1506, 1445,1422, 1354,1052,1033,691,629,558,523
**Malachite (10310)	Carbonato basico di rame $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	3494,3403,3310,2075,1504,1388, 1096,1046,870,821,779,748,711, 571,523,505,484,428

\*Campioni inviati da Universitat Politecnica de Valencia

\*\*Campioni inviati da Kremer

Il campione *Verderame* e il campione *7 Verderame* presentano la medesima composizione. Dall'analisi FT-IR si evince che i due pigmenti sono puri e non contengono filler (figg.35-36).



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

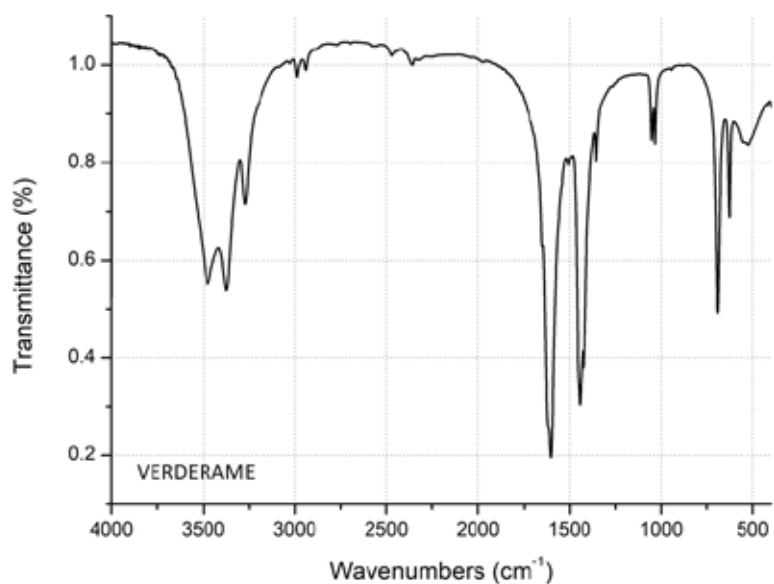


Figura 35 Spettro FT-IR del campione verderame riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

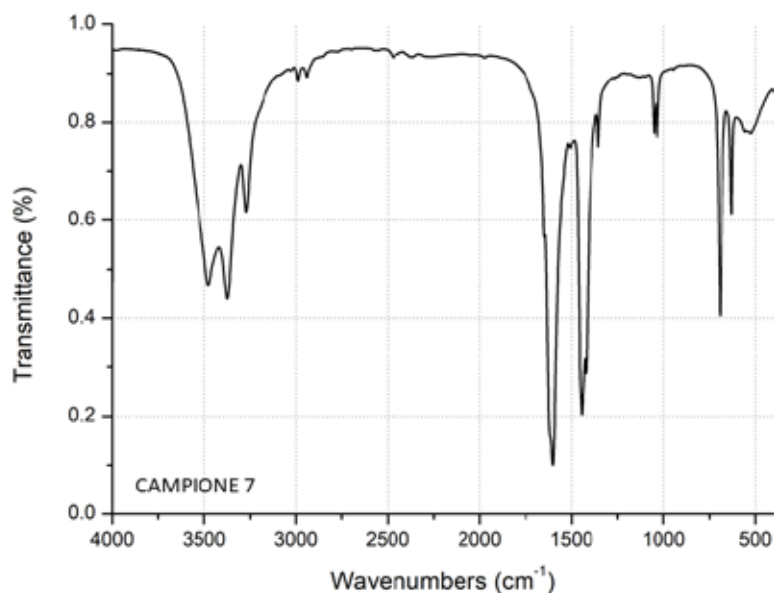


Figura 36 Spettri FT-IR del campione 7 Verderame riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"  
VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

Il campione *Malachite* contiene esclusivamente il composto malachite in purezza come evidenziato dallo spettro FT-IR (fig.37).

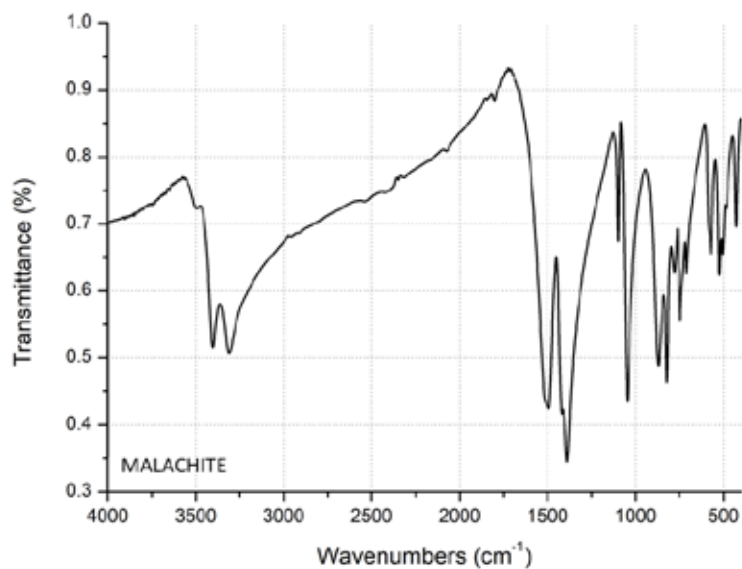


Figura 37 Spettro FT-IR del pigmento Malachite riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

#### I pigmenti neri e bruni

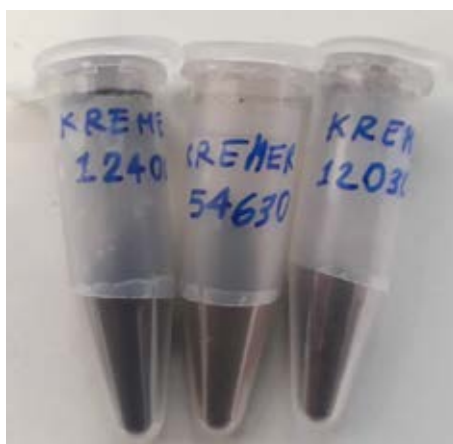


Figura 38 Foto raffigurante tre campioni classificati come pigmenti neri e bruni; da destra verso sinistra: Seppia (KREMER 12400), Polvere al colpo di martello (KREMER 54630), Atramento (KREMER 12030).



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**  
 VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

Tabella 7 Posizioni degli Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dei composti costituenti i campioni Pigmenti neri e bruni.

Campioni	Composti Costitutivi	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ )
**Seppia (KREMER 12400)		
**Polvere al colpo di martello (KREMER 54630)	Caolinite $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ Calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) Ematite $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?	3423,1094,1011,922 1434,875 564,457
**Atramento (KREMER 12030)	Calcite ( $\text{CaCO}_3$ )	2512,1796,1424,875,712

\*\*Campioni inviati da Kremer

Il campione *Seppia*, pigmento marrone derivato dal sacco dell'inchiostro di varie specie di cefalopodi (come la seppia), contiene secondo letteratura per lo più melanina. Dalle analisi fatte sul campione in esame non è stato possibile identificare alcun assorbimento associabile a tale composto (fig. 39).

Nello spettro del pigmento *Polvere al colpo di martello* (fig.40) sono state individuate tracce di calcite ( $1434, 875 \text{ cm}^{-1}$ ) e si ipotizza possa contenere ematite per via delle bande a  $564, 457 \text{ cm}^{-1}$ . Le altre bande di assorbimento non sono state identificate.

Il pigmento nero *Atramento* è prodotto, secondo letteratura, dall'acido gallico presente nelle noci di galla della quercia che viene fatto reagire con i sali di ferro per formare un pirogallato di ferro. Il campione in esame è costituito principalmente da calcite, le cui bande presumibilmente coprono la sostanza responsabile del colore scuro (fig. 41).

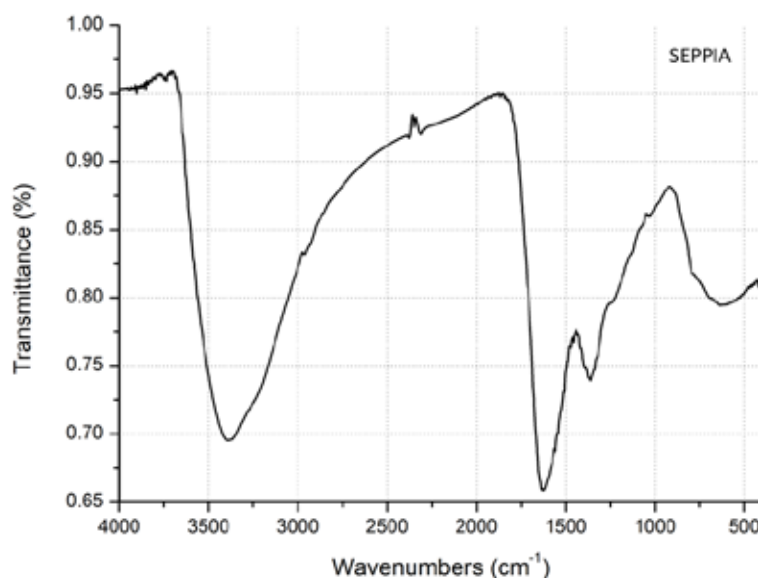


Figura 39 Spettro FT-IR del campione *Seppia* riportato nell'intervallo  $4000\text{-}400 \text{ cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

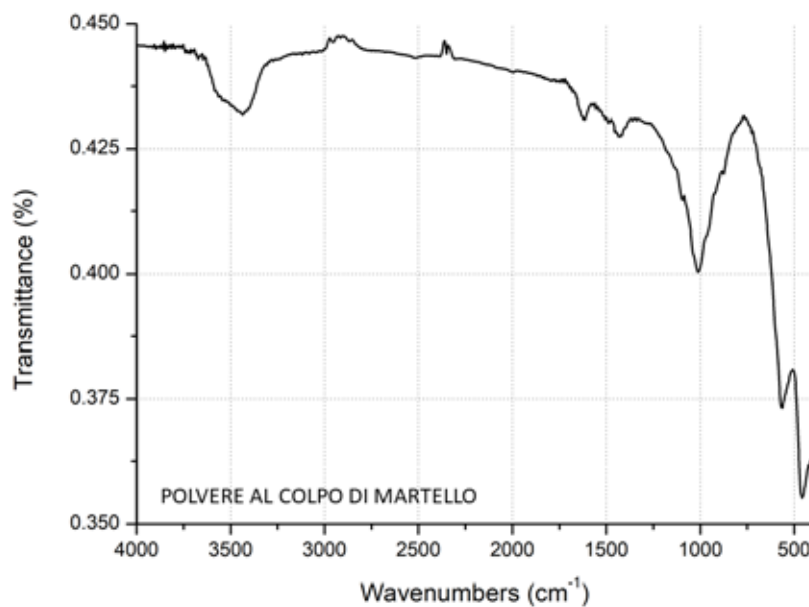


Figura 40 Spettro FT-IR del campione Polvere al colpo di martello riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

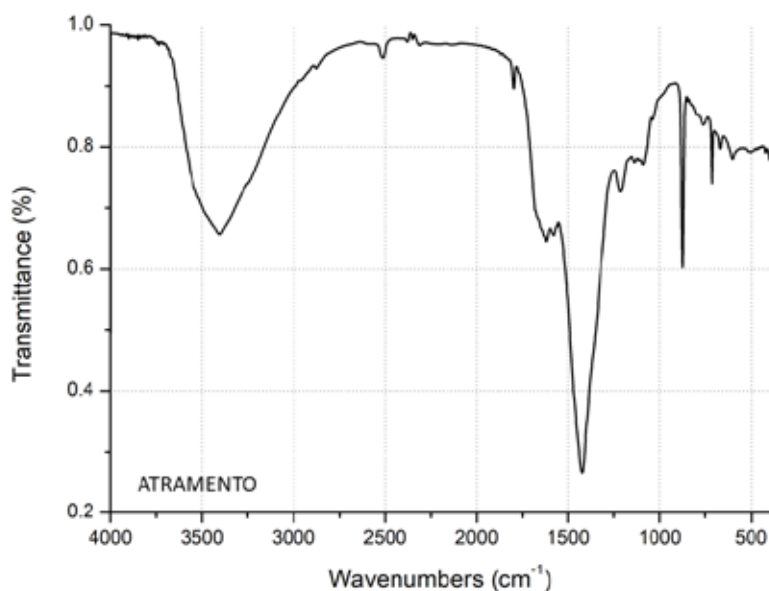


Figura 41 Spettro FT-IR del campione Atramento riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$





*Pigmenti rossi e Lacche rosse*

**Lacche Rosse**



Figura 42 Foto raffigurante nove Campioni classificati come Lacche rosse; da destra verso sinistra: i campioni 9,10,13,14,15,16,20,21 e Lacca di Garanza (KREMER 37218)

Tabella 8 Posizioni degli Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dei composti costituenti i campioni classificati come Lacche Rosse.

Campioni	Composti costitutivi	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ )
*9 Lacca di Garanza, Corallo	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$	1095,979
*10 Lacca indiana	Acido Laccaimico	3404,1620,1573,1510,1443,1405,1374,1288,1242,1097,1049,1008,962,900,877,834,812,700,775,741,697,656,635,617,572,513,476,452
*13 Lacca di Cocciniglia, Carbonato di Sodio	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$	3431,1646,1127
*14 Lacca di Cocciniglia, Carbonato 2	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$	3415,1658,1115,990
*15 Lacca di Robbia, Allume, Bicarbonato 2	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$	3443,1649,1108,991,847
*16 Lacca di Cocciniglia, Bicarbonato sodico	Allumina $\text{Al}_2\text{O}_3$ Cocciniglia	3452,1647 3308,2953,2920,2850,1558,1404,1099,1014,959,930,871,865,680,544,499
*20 Rosso di Cocciniglia	Acido Carminico	3292,2927,2855,1647,1569,1472,1412,1355,1291,1355,1291,1264,1079,1043,1010,901,771,664,545,460
*21 Lacca di Robbia	Allumina	781,553,472,430
** Lacca di Garanza Naturale, Violetto (KREMER 37218)	Calcite Ematite	1795. 1429, 879,715 561,476

\*Campioni inviati da Universitat Politecnica de Valencia

\*\*Campioni inviati da Kremer

I campioni 9, 15, 21 insieme alla lacca di Garanza violetta sono classificabili come lacche di robbia e dovrebbero contenere alizarina, ma in nessuno di questi campioni si individuano bande riconducibili all'agente colorante in questione.

Sono invece visibili nei campioni 9, 15 e 21 le bande di assorbimento relative all'Allumina (figg. 43-44-45).



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"  
VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

Sono invece visibili nei campioni 9, 15 e 21 le bande di assorbimento relative all'Allumina (figg. 43-44-45).

La percentuale di colorante che viene fatta adsorbire o precipitare su un substrato inorganico per formare le lacche è in genere molto piccola, questo potrebbe essere la causa per la quale, dalle analisi FT-IR, nella maggior parte dei casi, non si osservano bande di assorbimento relative ai coloranti.

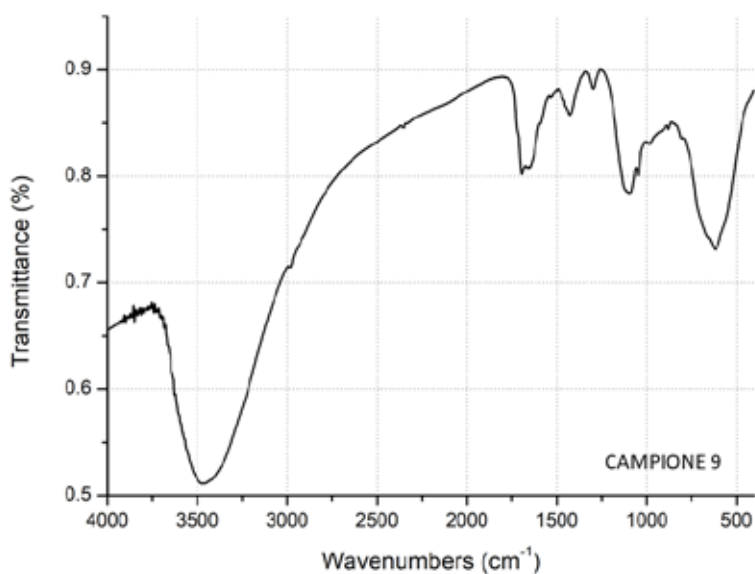


Figura 43 Spettro del campione 9 lacca di Garanza corallo riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

Nello spettro della lacca di Garanza si osservano bande relative alla calcite e all'ematite (fig. 46).

La Lacca indiana è una lacca rossa costituita da acido laccaimico facente parte del gruppo degli antrachinoni. Dalle analisi FT-IR risulta che il campione 10 presenta gli assorbimenti caratteristici di tale acido (fig.47).



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

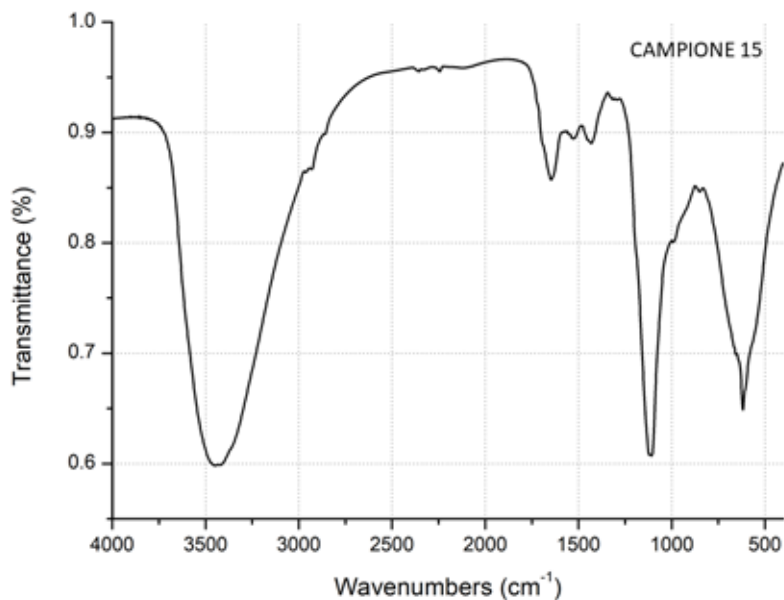


Figura 44 Spettro FT-IR del campione 15 Lacca di Robbia riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

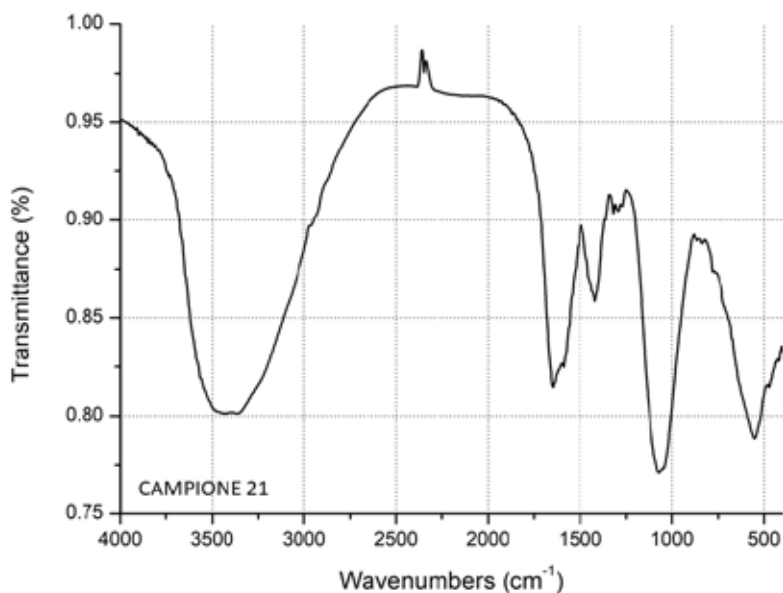


Figura 45 Spettro FT-IR del campione 21 Lacca di Robbia riportata nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

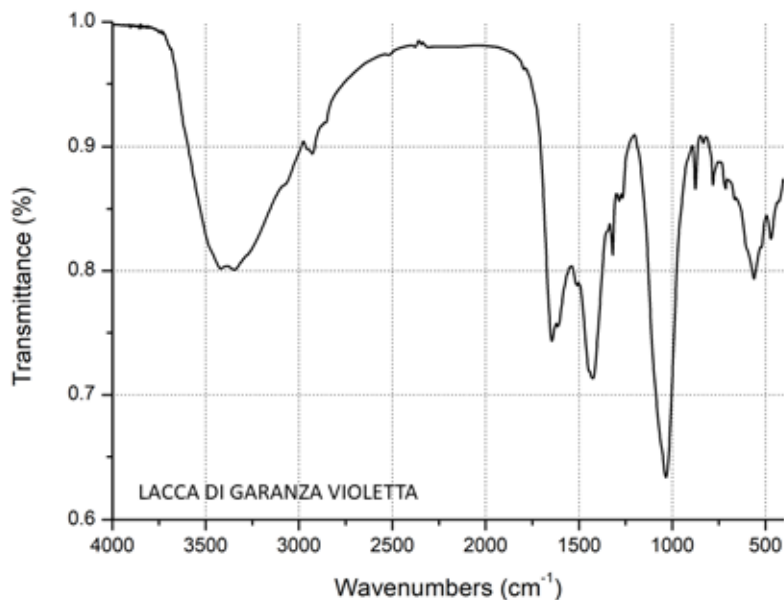


Figura 46 Spettri FT-IR di campioni Lacca di Garanza violetto riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

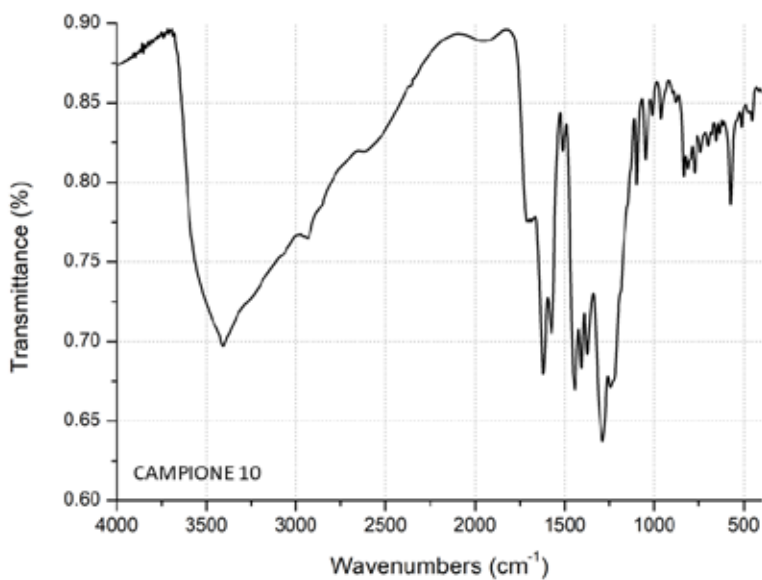


Figura 47 Spettro FT-IR del campione 10 Lacca indiana riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
Istituto di Fisica Applicata “Nello Carrara”  
VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

I campioni 13, 14, 16, 20 sono lacche di Cocciniglia, colorante ottenuto essiccando i corpi delle femmine di alcune specie di coccidi (insetti), il cui principale componente è l'acido carminico, un  $\beta$ -glucoside antrachinonico.

Il campione 20 presenta le bande caratteristiche dell'acido carminico (fig. 48); lo spettro del campione 16 risulta compatibile con lo spettro di un campione di cocciniglia preso come riferimento e sono inoltre presenti bande riconducibili alla presenza di Allumina (fig.49), le cui bande sono osservabili anche negli spettri dei campioni 13 e 14. In questi ultimi si osservano altre bande che non è stato possibile assegnare a nessun composto (fig.50-51).

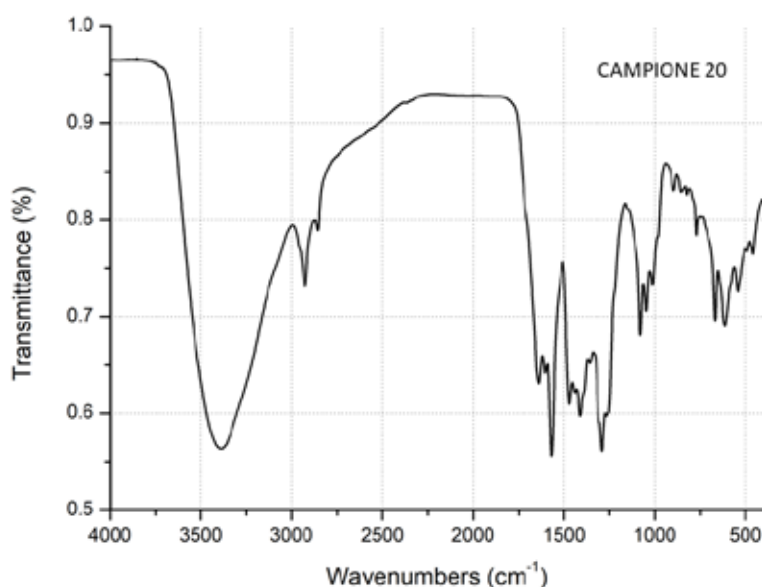


Figura 48 Spettro FT-IR del campione 20 Rosso di Cocciniglia riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$

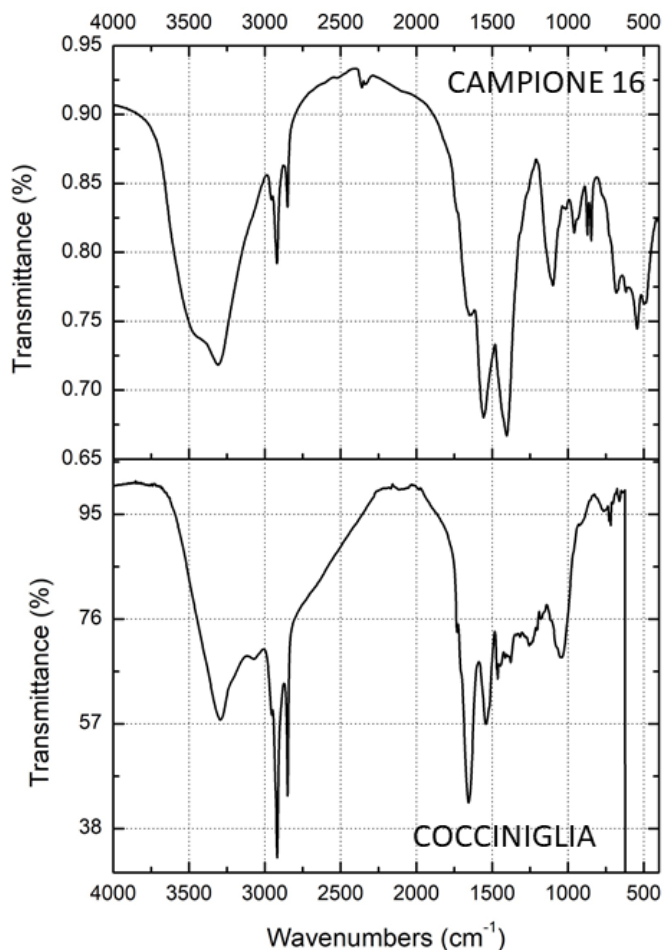


Figura 49 Confronto tra spettri del campione 16 lacca di Cocciniglia (sopra) e di un campione di lacca di cocciniglia di riferimento (sotto), entrambi riportati nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

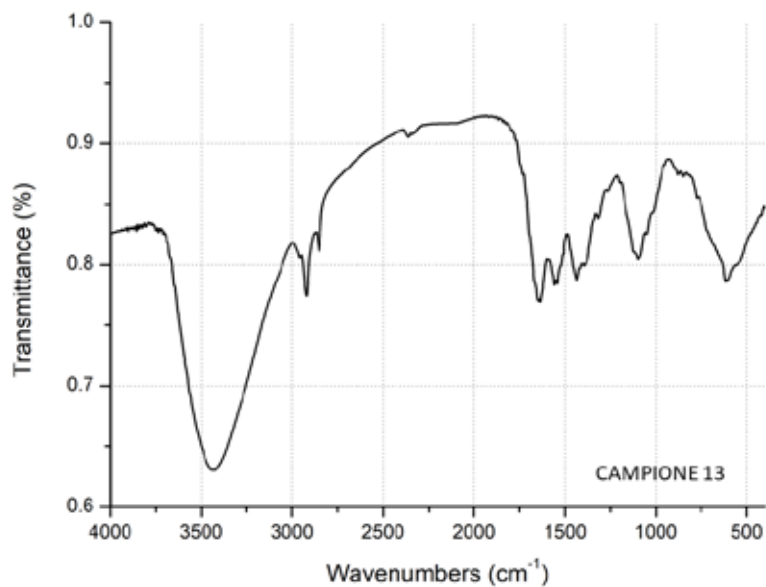


Figura 50 Spettro FT-IR del campione 13 lacca di Cocciniglia riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ .

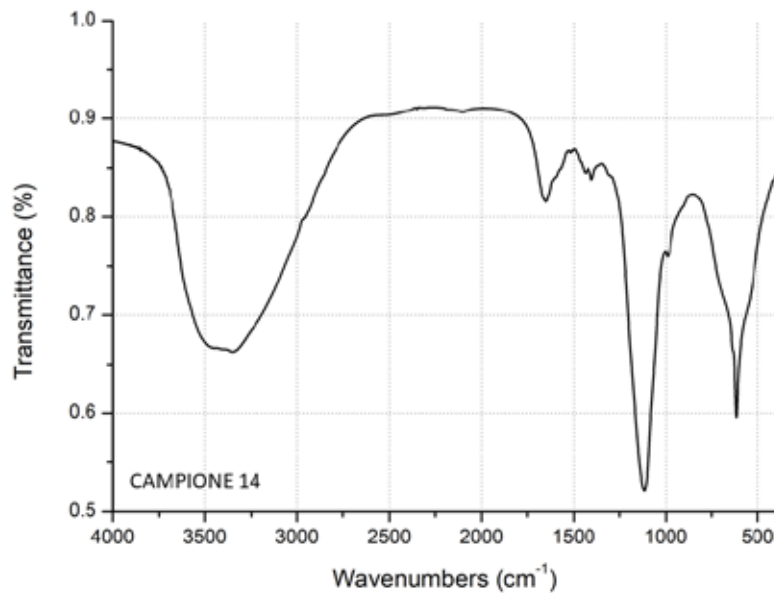


Figura 51 Spettro FT-IR del campione 14 lacca di Cocciniglia riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ .



Pigmenti rossi

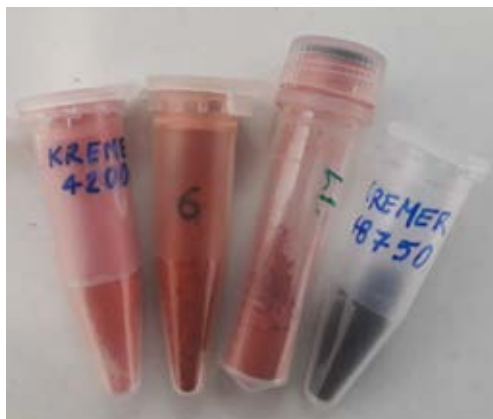


Figura 52 Foto raffigurante i quattro pigmenti classificati come pigmenti rossi; da sinistra verso destra: Cinabro (4200), campione 6, campione 19 e Caput mortuum (48750).

Tabella 9 Posizioni degli Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ ) caratteristici dei composti costituenti i campioni classificati come Pigmenti Rossi.

Campioni	Composti costituenti	Assorbimenti ( $\text{cm}^{-1}$ )
*6 Rosso Ercolano	Gesso Ematite $\text{Fe}_2\text{O}_3$	3549,3492,3408,3243,1686,1624,1144,1121,1003,670,603 Spalla a 558,470
*19 Rosso Veneziano	Gesso Ematite $\text{Fe}_2\text{O}_3$	3548,3490,3405,3246,1689,1621,1143,1118,1006,800,670,603 471
** Caput mortuum (KREMER 48750)	Gesso $\text{CaSO}_4$ Ematite $\text{Fe}_2\text{O}_3$	1683,1624,1147,1118 spalla a 606 561,479
** Cinabro (KREMER 42000)		

\*Campioni inviati da Universitat Politècnica de Valencia

\*\*Campioni inviati da Kremer

Il Cinabro è un pigmento che non presenta assorbimenti nel vicino e medio IR. Lo spettro FT-IR, infatti, in maniera conforme a quanto ci si dovrebbe aspettare, non mostra bande di assorbimento.

Lo spettro ottenuto mediante la tecnica Raman ha evidenziato la presenza del solfuro di mercurio di cui presenta tre dei quattro segnali caratteristici collocati a  $253,282,344 \text{ cm}^{-1}$ , e un picco a  $100 \text{ cm}^{-1}$  riconducibile probabilmente all'ossido di zinco (fig.53), ma questo composto non risulta dallo spettro FT-IR (non riportato).

Dall'analisi FT-IR dei campioni 6 e 19 si individuano bande di assorbimento relative al gesso e all'ematite (figg.54 e 56). Questi composti sono stati anche confermati dalle analisi Raman, nei cui spettri si osservano i picchi relativi al gesso e all'ematite che nello spettro del campione 6 sono posizionati rispettivamente a  $1003, 1132 \text{ cm}^{-1}$  e a  $222, 288, 410, 491, 610 \text{ cm}^{-1}$ , mentre nello spettro del campione 19, sono osservabili rispettivamente a  $1010 \text{ cm}^{-1}$ , e a  $222, 289, 413, 495, 609 \text{ cm}^{-1}$  (figg.55 e 57).





**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

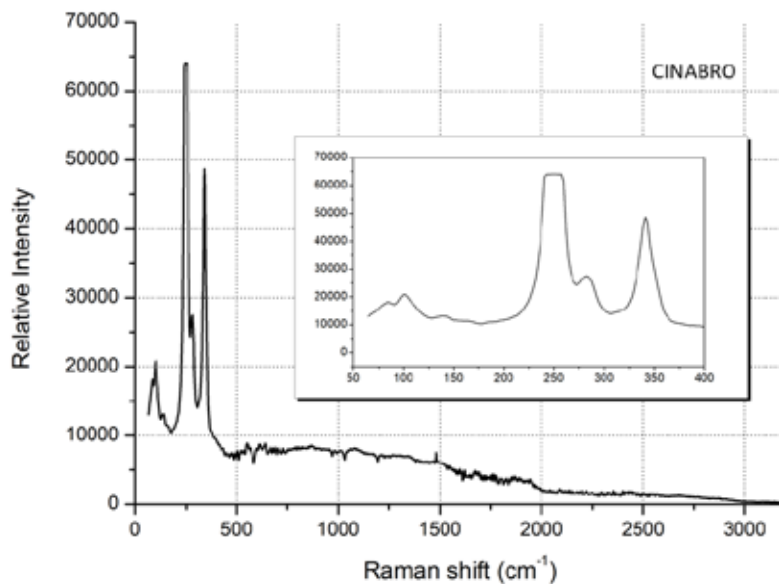


Figura 53 Spettro Raman del Cinabro riportato nell'intervallo 0-3200  $\text{cm}^{-1}$  con inserto intervallo 50-400  $\text{cm}^{-1}$

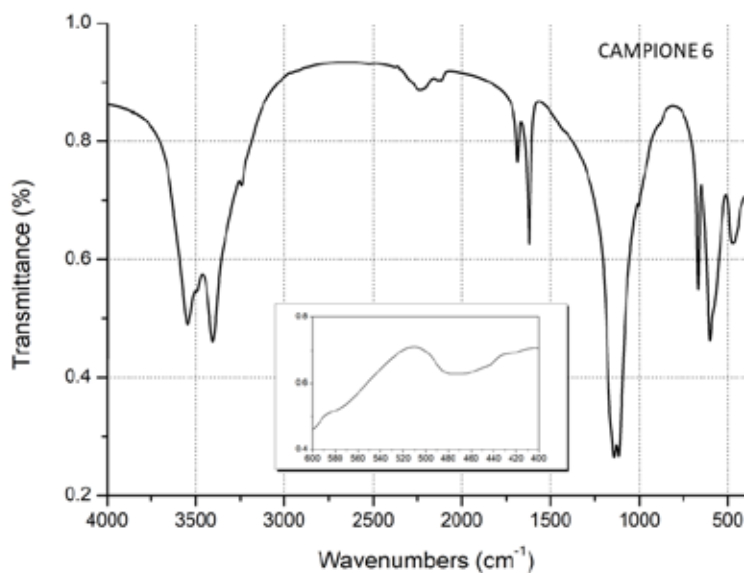


Figura 54 Spettro FT-IR del campione 6 Rosso Ercolano riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 600-400  $\text{cm}^{-1}$



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**

VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

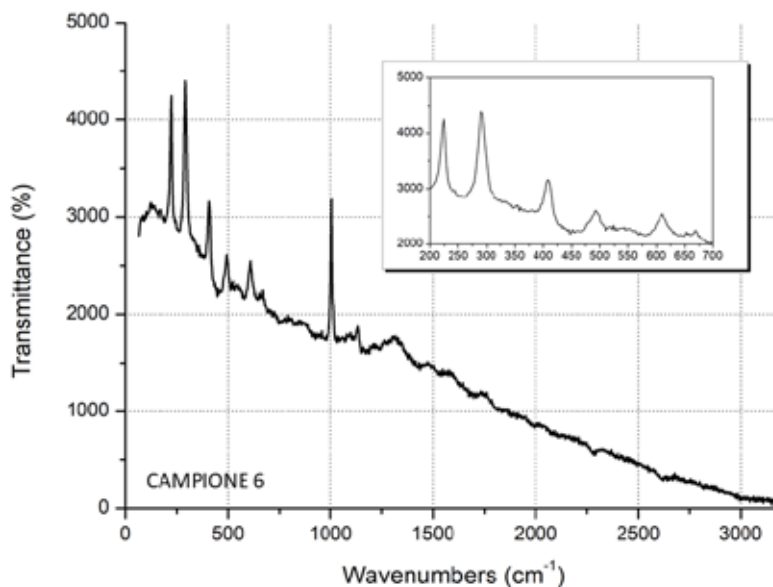


Figura 55 Spettro Raman del campione 6 Rosso Ercolano riportato nell'intervallo 400-4000 cm<sup>-1</sup> con inserto nell'intervallo 200-700 cm<sup>-1</sup>

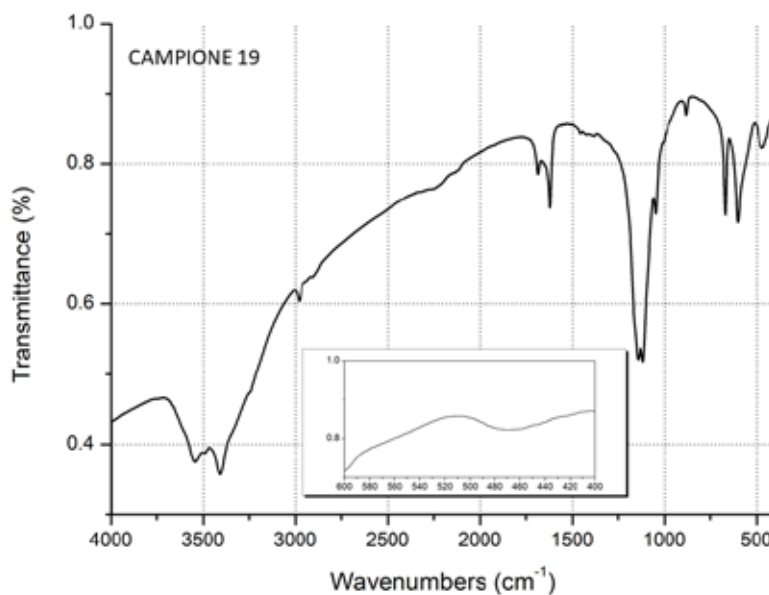


Figura 56 Spettro FT-IR del campione 19 Rosso Veneziano riportato nell'intervallo 4000-400 cm<sup>-1</sup> con inserto nell'intervallo 600-400 cm<sup>-1</sup>

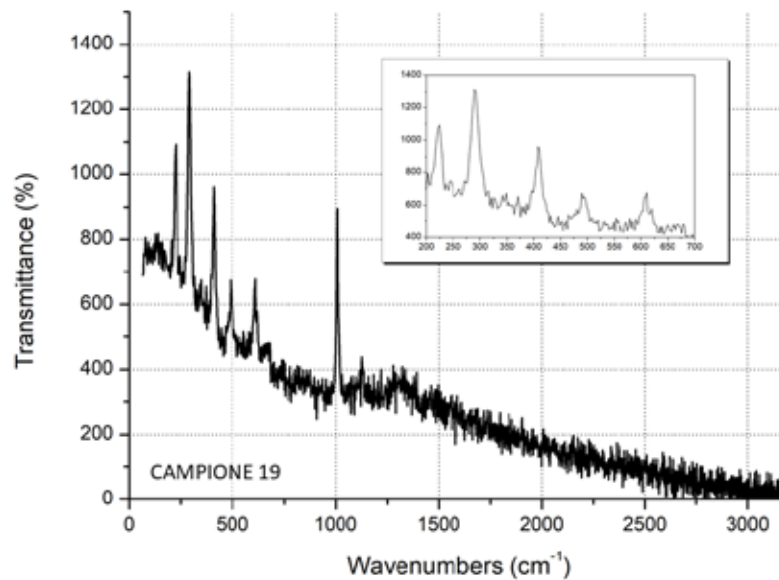


Figura 57 Spettro Raman del campione 19 Rosso Veneziano riportato nell'intervallo 400-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 200-700  $\text{cm}^{-1}$

Il Caput Mortuum è un pigmento a base di ematite le cui bande di assorbimento si osservano sia nello spettro FT-IR (561 e 479  $\text{cm}^{-1}$ ) sia in quello Raman (224,290,410,495,609  $\text{cm}^{-1}$ ). Si individuano, inoltre, mediante analisi FT-IT deboli segnali riconducibili a bande di assorbimento del gesso, che però non sono state osservate nello spettro Raman (figg.58-59).



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara"**  
VIA MADONNA DEL PIANO 10 - 50019 SESTO FIORENTINO (FI) - ITALY

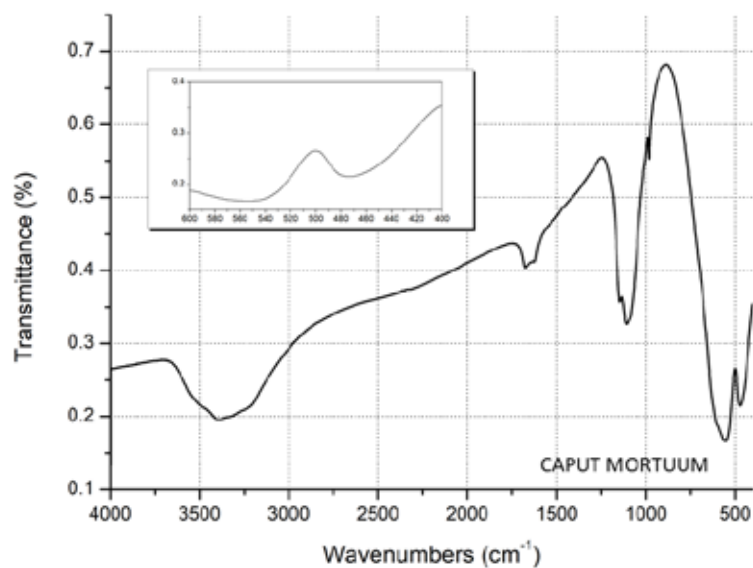


Figura 58 Spettro FT-IR del campione Caput mortuum riportato nell'intervallo 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 600-400  $\text{cm}^{-1}$

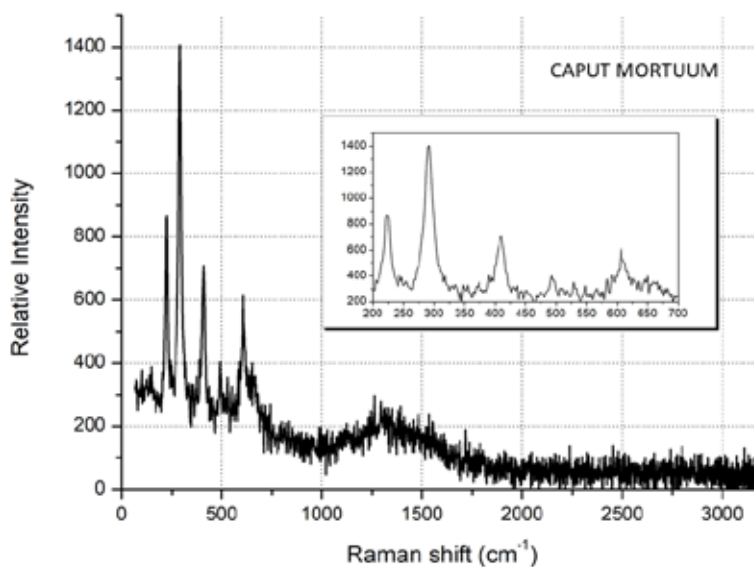


Figura 59 Spettro FT-IR Raman del campione Caput Mortuum riportato nell'intervallo 0-3200  $\text{cm}^{-1}$  con inserto nell'intervallo 200-700  $\text{cm}^{-1}$



### **Considerazioni finali**

Le due tecniche utilizzate, FT-IR e Raman, sono ampiamente utilizzate in laboratori analitici per lo studio di materiali organici e inorganici. Tuttavia, per una esaustiva caratterizzazione delle polveri analizzate sarebbe stato necessario integrare i dati acquisiti con quelli di altri metodi analitici.

A causa dei problemi che sono stati riscontrati, infatti, non è sempre stato possibile definire, interamente o parzialmente, la composizione delle sostanze.

### **Bibliografia**

- Adrover, G.I., (2018). *Prontuario della spettrofotometria IR dei pigmenti e coloranti*. Roma: Aracne.
- Berrie, B.H., (2007). *Artists's pigments: a Handbook of their History and Characteristics Vol. 4*. Washington: National Gallery of Art.
- Burgio, L., Clark, R.J.H., (2001). Library of FT-Raman spectra of pigments, minerals, pigment media and varnishes, and supplement to existing library of Raman spectra of pigments with visible excitation, *Spectrochim. Acta A* 57, pp. 1491–1521.
- Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T., Siddall, R., (2004). *Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- <http://www.irug.org/search-spectral-database/spectra-index>
- <https://www.kremer-pigmente.com/it/shop/coloranti-colori-da-piante/>
- <https://www.kremer-pigmente.com/it/shop/pigmenti/>
- <https://ruff.info/>

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a mis tutores, Tona y Miquel, por apoyarme en todo momento y compartir conmigo toda su sabiduría, por su super-paciencia y por su amistad.

A muchos otros profesores que durante estos años me han ofrecido su ayuda y mucho más.

A mis hijos, Roberto y Gala, familia y amigos; sin ellos, no lo habría logrado.

Y por supuesto, a mi marido, POR TODO. Esto va por tí.

