

Colofonia

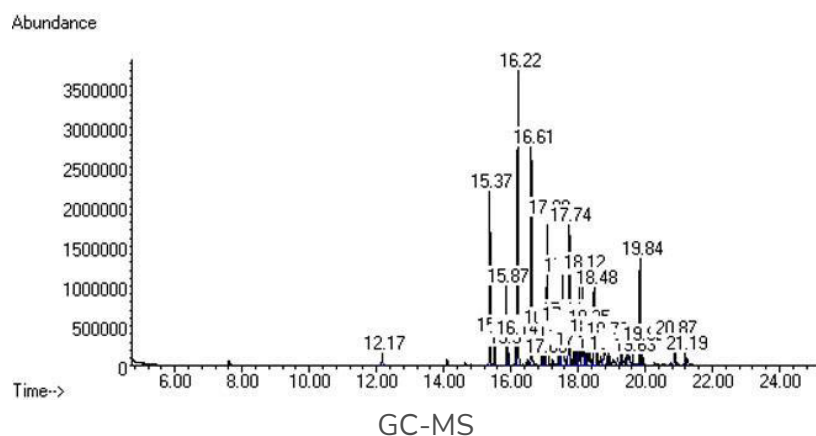
Fichas técnicas de los materiales empleados en los procesos de restauración de las obras.

Nombre del producto	COLOFONIA	
Fabricante. Distribuidor	Kremer.60310	
Presentación	En polvo. 200gr.	
Toxicidad	 Irritante	
Uso	Fabricación de barnices y aglutinante pictórico	
Observaciones	Kremer en el envase especifica el tipo de resina, su presentación y su peligrosidad. En su web proporciona una descripción de sus características básicas y la ficha de seguridad de la resina en piezas 60300 (1).	

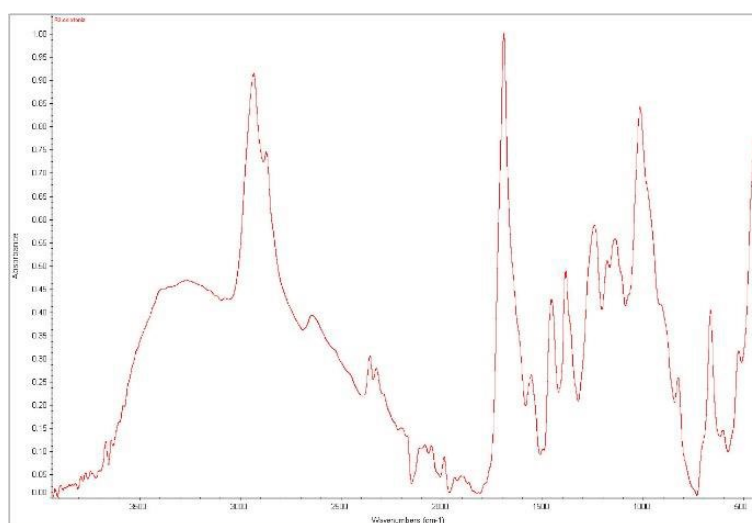
Caracterización del producto

Técnicas analíticas

GC-MS. Cromatografo Agilent Technologies GC 6890N MS 5973Network. Tratamiento previo con Met Prep II.



FTIR-Thermo Scientific. Nicolet 380. ATR Smart Orbit (Diamond 3000-200cm⁻¹).



FTIR-ATR

Envejecimiento acelerado

CÁMARA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO: Solarbox 3000 e RH. 550 w/m², 400 h, Temperatura BST: 63°C +/- 2°C, humedad relativa: 55% +/- 5%, fuente de iluminación arco de Xenon, filtro: 310 nm.

Observaciones

Recomendamos base de datos espectral IRUG [<http://w.irug.org/search-spectral-database?reset=Reset>]

Denominaciones

Rosin, colophony (UK), colofonia (IT), colophane (FR), kolophonium (D) (2).

Colofonia: Del lat. colophonīa, y este del gr. κολοφωνία (3).

Pez griega, arcansón, resina de violinista (4).

El nombre de colofonia, según algunos, alude a la ciudad de Colofón, en Jonia, mientras que para otros significa “cola sonora (fónica)”, aludiendo a su empleo en los arcos de violín (5).

La oleorresina, extraída por cortaduras en la corteza para dejar el leño al descubierto, se denomina trementina común: por destilación se separa la esencia y queda como residuo la colofonia (de la ciudad Colophon, Jonia). La resina que fluye natural de los pinos se denomina galipodio, denominación que encontramos en bastantes recetarios antiguos. La brea obtenida por destilación se denomina brea de pino o carbón vegetal (6).

Comercialmente las colofonias se definen según su procedencia: colofonia de miera (gum rosin), obtenida en el proceso de exudado de la oleorresina en árboles vivos; colofonia de madera (wood rosin) que se obtiene de la extracción con disolventes orgánicos de tocones de pino; y colofonia de tall oil, obtenida por destilación del tall oil crudo, subproducto obtenido en la extracción alcalina de la madera en el proceso de pasteado kraft (7).

Origen

Natural. Vegetal.

La resina de colofonia es, en realidad, una resina artificial, ya que es un producto obtenido en el proceso que se sigue para la destilación de la resina de pino, encaminado a la obtención de aguarrás y, posteriormente, esencia de trementina (8).

Es un residuo no-volátil de la destilación de la resina de diversas especies de pino (Pinus) (9, 10, 1)

Orden	Familia	Género	Especie
Coniferales	Pinaceae	Pinus	Pinus Pinaster, P. Laricio, P. Australis, P. Taeda ...

Se obtiene de la secreción de las células epiteliales protectoras de la planta, dependiendo su composición y producción de diversos factores como la especie, edad o región. En general puede decirse que aproximadamente el 5-8% de la madera seca de coníferas está constituida por sustancias extraíbles, produciendo un árbol adulto hasta 5kg por año (11).

Esta resina es la más barata y la más empleada de todas las resinas comerciales. Actualmente, el principal país productor es Estados Unidos, aunque también se recogen grandes cantidades en Francia y Rusia, y parece, según recientes investigaciones, que la industria en India tiene grandes posibilidades. En Estados Unidos la principal especie productora es el Pinus Australis, aunque también se emplean otras. En Francia [...] el principal árbol empleado es el Pinus Pinaster [...] En India [...] el Pinus Longifolia (1).

Proceso de obtención

Gum rosin (1).

La resina de mayor calidad está constituida por la fracción no volátil obtenida tras la destilación de la resina de pino natural ("gum rosin"), mientras que las formas más económicas se extraen con disolventes a partir de la madera ("wood rosin") o como subproducto de la fabricación de celulosa para papel. Esta última categoría es más conocida por el término inglés "tall oil rosin" (11).

El flujo de bálsamo de las coníferas se establece mediante una incisión en la corteza. El bálsamo que fluye se recoge en el árbol mediante recipientes adosados al tronco, se reúne y se lleva a calderas o alambiques, donde por destilación del vapor de agua se separa en resina y aceite de trementina. Aquí se procede según diversos métodos o bien produciendo vapor de agua en el recipiente de destilación o bien se insufla vapor de agua, con lo que se destila juntamente el aceite de trementina. La "esencia de trementina" fuertemente volátil se separa en muchos procedimientos con objeto de obtener aceites de trementina menos olorosos. El residuo cristalino de la destilación se funde y constituye la colofonia del comercio (12).

La colofonia se puede endurecer, blanquear, neutralizar y refinar de otras maneras para usos industriales, por medios químicos y mecánicos; el principal grado es el llamado “goma éster”. A pesar de los refinamientos, sigue conservando la mayoría de los defectos que la hacen inservible para la pintura permanente (5).

Composición química

Resina diterpénica abietánica.

Su composición química depende del género de especie pinácea, pero se trata generalmente de una mezcla de ácidos diterpénicos, sobre todo abietanos y pimaranos (abiético, levopimarico, neoabiético, pimarico, palústrico y deshidroabiético (DHA)) (9).

Los componentes principales de la resina (aproximadamente el 90% del total) son diterpenos tricíclicos de tipo abietano y pimarano, siendo la cantidad relativa de estos últimos bastante menor. La diferencia básica entre ambos grupos radica en el sustituyente en posición C-13, que para abietanos es isopropil, y en pimaranos es de tipo vinílico o metílico.

Los abietanos de la resina fresca (ácido abiético, neoabiético, levopimarico y palústrico) son formas isoméricas que presentan sistemas de dobles enlaces conjugados fácilmente interconvertibles entre sí. Tienden a formar por oxidación un producto común, el ácido dehidroabiético (ácido 1,2,3,4,4a,9,10,10a-octahidro-1,4a-dimetil-7-(1-metiletil)-1-fenantrenocarboxílico), que presenta aromaticidad en el anillo C y es el componente principal de la colofonia no envejecida.

Aparte de la fracción terpénica, la resina presenta una pequeña cantidad de productos grasos y neutros insaponificables (11).

Propiedades físico-químicas de la resina

Se encuentra en el mercado en forma de fragmentos irregulares, frágiles y vidriosos, de color variable entre el amarillo y el marrón (13).

Es un material claro, transparente y quebradizo que se vende hasta en quince grados según el color y contenido en impurezas (11).

Presenta un color amarillento claro que se va oscureciendo progresivamente según aumenta la temperatura (8).

[...] es un material [...] bastante pegajoso al tacto y se funde aproximadamente a la temperatura de ebullición del agua (5).

Solubilidad:

La resina de colofonia es soluble en la mayoría de los disolventes orgánicos: alcoholes, hidrocarburos y aceites (8).

Cuando está fresca es fácilmente soluble en alcoholes, ésteres, cetonas, hidrocarburos aromáticos y clorados y aceites (14).

Propiedades físico-químicas del barniz

Estas resinas (duras) sólo se disuelven en caliente, dando lugar a barnices oscuros, muy duros, frágiles y muy ácidos. Por ello, en la actualidad están desechadas en el campo de la conservación (15).

[...] las pinturas y barnices que contienen colofonia son muy débiles y poco duraderos; siempre se oscurecen y se agrietan, y en general son tan inferiores en calidad que la colofonia se considera un adulterante cuando aparece en pinturas y barnices industriales, aunque se utiliza en cantidades grandes para productos baratos. No se puede utilizar para fines artísticos (5).

[...] la colofonia del comercio no se presta ni para la confección de barnices ni para la de diluyentes, porque es demasiado ácida y seca de modo frágil a pesar de lo cual, formando película, resulta pegajosa con el calor de la mano. Con pigmentos activos como el blanco de Krems o el blanco de Cinc, no espesarían inmediatamente diluyentes que contuvieran colofonia (12).

Envejecimiento

Al envejecer sus compuestos tenderán a dar derivados oxigenados (alcoholes y cetonas) del ácido deshidroabiético, como el ácido 7-oxo-deshidroabiético (7-oxo-DHA) y el 15-hidroxi-7-oxo-deshidroabiético (15-OH-7-oxo-DHA) (9).

El envejecimiento de estas sustancias a nivel molecular es principalmente resultado de la oxidación de sus componentes. La escasa información relativa a los diterpenos de tipo pimarano muestra que son poco susceptibles de ser transformados por microorganismos, ya que no presentan sistemas de dobles enlaces conjugados y son por ello más estables ante procesos oxidativos [...] En cambio se ha dedicado mucha más atención a la biodegradación de diterpenos abietanos, dada su importancia como productos contaminantes derivados de la industria papelera (11).

Usos

Es el producto diterpénico más utilizado, con múltiples aplicaciones en la industria que van desde la fabricación de jabones, pegamentos y barnices hasta soldaduras electrónicas de estaño, resina sólida para arcos de violín o fármacos. Su empleo como material artístico está ampliamente documentado desde la Edad Media, período en el que fueron muy utilizadas recetas como el vernice comune, preparado en caliente con colofonia y aceite de linaza como componentes principales. En el Barroco fue también un material de uso común, tal como describe Antonio Palomino en su tratado artístico “El Museo Pictórico y escala óptica”. En el siglo XIX, gracias al desarrollo de los procesos de destilación, se popularizaron las recetas a la trementina preparadas en frío, que continúan siendo la formulación más difundida en la actualidad. En el campo de la restauración se emplea en la técnica de reentelado a la cera-resina (11).

Se ha usado para fabricar barnices desde el siglo IX (aunque la película se vuelve frágil y opaca) o para adulterarlos, debido a su bajo coste. También se ha empleado en el apresto del papel moderno y en la fabricación del lacre y de tinta de impresión (14).

Se ha utilizado sólo ocasionalmente como resina para barnices, porque la película formada se decolora rápidamente, volviéndose frágil y opaca por acción de la humedad. Por su bajo coste se ha empleado a menudo como adulterante para barnices. La colofonia se usa, sin embargo, en otras operaciones de restauración, como, por ejemplo, en la preparación de adhesivos para varias aplicaciones (13).

Su bajo punto de fusión ha dado lugar a que sea, quizá, la resina más aconsejada por todos los escritos técnicos que tratan sobre la pintura encáustica, a pesar de que no ofrece las mismas garantías que otras resinas, como la almáciga o el dammar (8).

Aunque la colofonia es un material que presenta ciertas deficiencias técnicas [...] su empleo sigue siendo importante en nuestra época. El bajo coste de la colofonia en comparación con otras resinas naturales o artificiales de mayor calidad, tales como las acrílicas o el dammar, ha generalizado su uso como adulterante de productos y médium complejos tales como la trementina de Burdeos (*Pinus* sp.) y Strasburgo (*Abies* sp.), o el Bálsamo de Copaiba (11).

Toxicidad



IRRITANTE (1).

Peligro: Puede tener efectos irritantes para la piel, ojos y aparato respiratorio.

Precauciones: No respirar y evitar el contacto con la piel y los ojos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://kremer-pigmente.de/es> [sitio web]. [Distribuidor. Consulta 3 junio 2011].
2. RICO, L., MARTÍNEZ, C.: *Diccionario Técnico Akal de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Español-Alemán-Inglés-Italiano-Francés*. Madrid: Ediciones Akal, S.A., 2003.
3. <http://www.rae.es> [sitio web]. [Consulta 30 junio 2011].
4. CALVO, A. "Colofonia". En: *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z*. 1ª edición. Barcelona: Ediciones del Serbal, 1997. p. 62.
5. MAYER, R.: "Pintura al óleo". En: *Materiales y técnicas del arte*. 2ª edición española. Madrid: Tursen Hermann Blume Ediciones, 1993. pp. 250-251, 261, 494, 519, 535-611.

6. GONZÁLEZ-ALONSO, E.: “Materiales, herramientas y útiles de trabajo”. En: Tratado del dorado, plateado y su policromía. Tecnología, conservación y restauración. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1997. pp. 94-96.
7. ZINKEL, D.F.: Química de los productos forestales no leñosos. Química de la colofonia. Versión española: Díaz de Barrionuevo, A., Isabel Fdez-Vega, F. Reverté, 1987.
8. HUERTAS, M.: “Aglutinantes. Resinas naturales blandas”. En: Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas. Vol.1. Soportes, materiales y útiles empleados en la pintura de caballete. Madrid: Ediciones Akal, 2010. pp. 200-201.
9. PERIS, J.: Estudio analítico de materiales empleados en barnices, aglutinantes y consolidantes en obras de arte mediante métodos cromatográficos y espectrométricos. Tesis doctoral. España: Universidad de Valencia, 2008. pp. 48-62. Disponible en: <http://www.tesisymonografias.net/Juan-Peris-Vicente/1/pdf> [sitio web]. [Consulta 15 marzo 2011].
10. MILLS, J.S., WHITE, R.: “Natural resins and lacquers. Diterpenoid resins”. En: The Organic Chemistry of Museum Objects. 2nd edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994. pp. 99-102.
11. ROMERO-NOGUERA, J.: Biodeterioro fúngico y bacteriano de resinas terpénicas utilizadas en pintura y otras artes plásticas. Tesis doctoral. España: Universidad de Granada, 2007. Disponible en: <http://hera.ugr.es/tesisugr/16790819.pdf> [sitio web]. [Consulta 1 de junio 2011].
12. DOERNER, M.: “Los aglutinantes y los disolventes: Técnicas sin agua”. En: Los materiales de la pintura y su empleo en el arte. 5ª edición en español. Barcelona: Reverté, 1994. p. 75.
13. MATTEINI, M., MOLES, A.: “Barnices, adhesivos, consolidantes, estucos”. En: La química en la restauración. Los materiales del arte pictórico. 1ª edición española. Donostia-San Sebastián: Editorial Nerea, 2001. pp. 209-210.
14. KROUSTALLIS, S.K.: “Colofonia”. En: Diccionario de materias y técnicas (I). Madrid: Ministerio de Cultura, 2008. p.124.
15. GÓMEZ, M^a.L.: “Materiales filmógenos y aglomerantes: aglutinantes, barnices y adhesivos”. En: La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte. Madrid: Ediciones Cátedra, 1998. pp. 92-95.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS RECOMENDADAS

1. CLASS, J.B.: “Natural Resins”. En: Encyclopedia of Chemical Technology Kirk-Othmer. John Wiley & Sons, 2000.
2. FIEBACH, K., GRIMM, D.: “Rosin (Colophony)”. En: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., 2002.

3. La resina: herramienta de conservación de nuestros pinares. España: Editado por Cesefor, 2009.
4. ZOELEIN, H: "Rosin". En: Dictionary of renewable resources. Wiley-VCH, 2001. pp. 246-247.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL BARNIZ

1. DE LA RIE, E.R.: Stable Varnishes for Old Master Paintings. Amsterdam: Krips Repro Meppel. Universidad de Amsterdam: 1988.
2. FELLER, R.L., STOLOW, N., JONES, E.H.: On Picture Varnishes and their Solvents. Revised edition. Washington: National Gallery of Art, 1985. pp. 121.
3. MASSCHELEIN-KLEINER, L.: Ancient Binding Media, varnishes and adhesives. Rome: 1985, International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM), Technical Notes Series, p.68.
4. MASSCHELEIN-KLEINER, L.: Cours de conservation. Vol.1: Liant, vernis et adhesives anciens. Institut Royal du Patrimoine Artistique, Bruxelles: 1983, p.81.
5. ROMERO, J., BOLÍVAR, F.C., RAMOS, J.M., FERNÁNDEZ, M.A., MARTÍN, I.: "Study of biodeterioration of diterpenic varnishes used in art painting: Colophony and Venetian turpentine". En: International Biodeterioration & Biodegradation. 2008, vol. 62, nº4, pp. 427-433.
6. ROMERO, J., BOLÍVAR, F.C., FERNÁNDEZ, M.A., MARTÍN, I., POYATOS, F.: "Estudio del biodeterioro fúngico del barniz de colofonia". En: XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Murcia: 21-24 octubre 2004, vol. 2, pp. 797.
7. SAN ANDRÉS, M., CONEJO, O., SÁNCHEZ, A.: "Caracterización de barnices". En: IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Sevilla: Septiembre 1992, pp.677-695.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE TÉCNICAS PICTÓRICAS

1. BRUQUETAS, R. "Las técnicas. El óleo". En: Técnicas y materiales de la pintura española en los Siglos de Oro. 1ª edición. Madrid: Fundación de Apoyo a la Historia del Arte Hispánico, 2002. pp. 355-358, 472.
2. CARLYLE, L.: "Representing authentic surfaces for oil paintings: experiments with 18th- and 19th-century varnish recipes". En: Art of the past: sources and reconstructions: proceedings of the first symposium of the Art Technological Source Research study group. Archetype Publications Ltd., 2005, pp. 82-90
3. CARLYLE, L.: The Artist's Assistant. Oil Painting Instruction Manuals and Handbooks in Britain 1800-1900 with Reference to Selected Eighteenth-Century Sources. Archetype Publications. London: 2002. pp. 580 (index).
4. CARLYLE, L., BOURDEAU, J.: Varnishes, Authenticity and Permanence: Workshop Handbook. Canadian Conservation Institute. Canada: September 20-21, 1994. pp. 2-9, 20-21.

5. VILLARQUIDE, A.: "Barnices". En: La pintura sobre tela I. Historiografía, técnicas y materiales. San Sebastián: Nerea, 2004. pp. 259-292, 369-370.
6. WHITE, R., PILC, J., KIRBY, J.: "Analyses of paint media". En: National Gallery Technical Bulletin. 1998, vol. 19, pp. 74-95.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN

1. BERGER, G.A.: "Some effects of impregnating adhesives on paint films". En: Bulletin of the American Group (International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works). 1972, vol. 12, nº 2, pp. 25-45.
2. CALEY, T.: "Aspects of varnishes and the cleaning of oil paintings before 1700". En: Preprints of the Contributions to the Brussels Congress, 3-7 September 1990. Cleaning, Retouching and Coatings. Technology and practice for Easel paintings and polychrome sculpture. London: pp.70-72
3. DENNINGER, E.: "On lining adhesives". En: Nachrichtenblatt der Denkmalpflege in Baden-Württemberg. 1965, 8, nº 3, pp. 70-71.
4. HORIE, C.V.: Materials for conservation, organic consolidants, adhesives and coatings. Butterworths Series in Conservation and Museology: Butterworth & Co, 1990. pp. 248-252.
5. MARCONI, B.L.: "Unusual examples of lining on wax-resin". En: Lining paintings. Papers from the Greenwich conference on comparative lining techniques. Archetype Publications. London: 2003. pp. 77-82.
6. MASSA, V., SCICOLONE, G.: Le vernici per il restauro: I leganti. Florence: Nardini Editore, 1991.
7. NAKHLA, S. "A comparative study of resins for the consolidation of wooden objects". En: IIC Studies in conservation. 1986, vol. 31, nº1, pp. 38-44.
8. SCICOLONE, G.C.: Restauración de la pintura contemporánea: de las técnicas de intervención tradicionales a las nuevas metodologías. Editorial Nerea, 2002, pp. 51-52, 139-144, 189.
9. WOODS, C.: "Conservation forum: the nature and treatment of wax and shellac seals". En: Journal of the Society of Archivists. 1994, 15, nº 2, pp. 203-214.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE ANÁLISIS Y ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO

1. ANDREOTTI, A., BONADUCE, M., COLOMBINI, M.P., GAUTIER, G., MODUGNO, F., RIBECHINI, E.: "Combined GC/MS analytical procedure for the characterization of glycerolipid, waxy, resinous, and proteinaceous materials in a unique paint microsample". En: Analytical Chemistry. 2006, vol. 78, nº 13, pp. 4490-4500.
2. CARTONI, G., RUSSO, M.V., SPINELLI, F., TALARICO, F.: "Characterisation of fresh and aged terpenic resins by micro-FTIR and GC-MS analyses of varnishes in XVI-XVII centuries' paintings". En: Annali di chimica. 2003, vol. 93, nº 11, pp. 849-861.

3. CHIAVARI, G., MONTALBANI, S., OTERO, V.: "Characterisation of varnishes used in violins by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry". En: *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2008, vol. 22, nº 23, pp. 3711-3718.
4. CHIAVARI, G., FABBRI, D., PRATI, S.: "Characterisation of natural resins by pyrolysis-Silylation". En: *Chromatographia*. 2002, vol. 55, nº 9-10, pp. 611-616.
5. CHIAVARI, G., FABBRI, D., MAZZEO, R., BOCCHINI, P., GALLETTI, G.C.: "Pyrolysis gas chromatography-mass spectrometry of natural resins used for artistic objects". En: *Chromatographia*. 1995, vol. 41, nº 5-6, pp. 273-281.
6. COLOMBINI, M.P., MODUGNO, F., SCALARONE, D., CHIANTORE, O.: *Organic Mass Spectrometry in Art and Archeology*. UK: 2009, John Wiley & Sons, Ltd. pp.12-17, 84-87, 145-147, 329, 333-334.
7. COLOMBINI, M.P., MODUGNO, F., RIBECHINI, E.: "Direct exposure electron ionization mass spectrometry and gas chromatography/mass spectrometry techniques to study organic coatings on archaeological amphorae". En: *Journal of Mass Spectrometry*. 2005: vol.40, nº 5, pp. 675-687.
8. CURRAN, S.S., ZINKEL, D.F.: "Argentation resin chromatography of diterpene resin acids". En: *JAOCS. Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1981, vol. 58, nº 11, pp. 980-982.
9. DETHLEFS, F., GERHARDT, K. O. STAN, H.J.: "Gas Chromatography/Mass Spectrometry of 13 Resin Acids as their PFB Esters". En: *Journal of Mass Spectrometry*, 1996, vol. 31, pp. 1163-1168.
10. DOMÉNECH, M.T., KUCKOVA, S., DE LA CRUZ-CAÑIZARES, J., OSETE-CORTINA, L.: "Study of the influencing effect of pigments on the photoageing of terpenoid resins used as pictorial media". En: *Journal of chromatography A*, 1121, 2006, pp. 248-258.
11. DOMÉNECH-CARBÓ, M.T., OSETE-CORTINA, L., de la CRUZ, J., BOLÍVAR-GALIANO, F., ROMERO-NOGUERA, J., FERNÁNDEZ-VIVAS, M.A., MARTÍN-SÁNCHEZ, I.: "Study of the microbiodegradation of terpenoid resin-based varnishes from easel painting using pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography-mass spectrometry". En: *Analytical and bioanalytical chemistry*, 385 (7), 2006. pp. 1265-1280.
12. FINDEISEN, A., KOLIVOSKA, V., KAML, I., BAATZ, W., KENNDLER, E.: "Analysis of diterpenoic compounds in natural resins applied as binders in museum objects by capillary electrophoresis". En: *Journal of chromatography A*. 2007, 1157, nº 1-2, pp. 454-461.
13. HEESTERS, R., VAN KEULEN, H., ROELOFS, W.G.T.: "Natural resins, artificially aged in steps". En: *Contributions to conservation: research in conservation at the Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN)*. Editors. Earthscan Ltd., 2002, pp. 55-63.
14. ISABEL FERNÁNDEZ-VEGA, F.: *Polimerización de los derivados hidroximetilados de los ácidos resínicos presentes en la colofonia*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 1994.
15. LANGURI, G.M., BOON, J.J.: "Between Myth and Reality: Mummy Pigment from the Hafkenscheid Collection". En: *IIC Studies in Conservation*. 2005, vol. 50, nº 3, pp. 161-178.
16. MILLS, J.S., WERNER, A.E.: "Paper chromatography of natural resins". En: *Nature*. 1952, vol.169, pp. 1064.

17. ORIÑÁK, A., ORIÑÁKOVÁ, R., ARLINGHAUS, H.F., VERING, G., HELLWEG, S.: "Post-chromatographic TOF-SIMS identification of diterpenes". En: Surface and Interface Analysis. 2006, vol. 38, nº 4, pp. 599-603.
18. OSETE-CORTINA, L., DOMÉNECH CARBÓ, M.T.: "Study on the effects of chemical cleaning on Pinaceae resin-based varnishes from panel and canvas paintings using pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry". En: Journal of analytical and applied pyrolysis, 76, nº 1-2, 2006, pp. 144-153.
19. OSETE-CORTINA, L., DOMÉNECH-CARBÓ, M.T.: "Analytical characterization of diterpenoid resins present in pictorial varnishes using pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry with online trimethylsilylation". En: Journal of Chromatography A. 2005, vol. 1065, nº 2, pp. 265-278.
20. OSETE-CORTINA, L., DOMÉNECH-CARBÓ, M. T., MATEO-CASTRO, R., GIMENO-ADELANTADO, J. V., BOSCH-REIG, F.: "Identification of diterpenes in canvas painting varnishes by gas chromatography-mass spectrometry with combined derivatisation". En: Journal of Chromatography A. 2004, vol. 1024, nº 1-2, pp. 187-194.
21. PASTOROVA, I., VAN DER BERG, K.J., BOON, J.J., VERHOEVEN, J.W.: "Analysis of oxidised diterpenoid acids using thermally assisted methylation with TMHA". En: Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 1997, nº 43, pp. 41-57.
22. POLIKRETI, K., CHRISTOFIDES, C.: "Spectroscopic ellipsometry as a tool for the optical characterization and ageing studies of varnishes used in post-Byzantine icon reconstructions". En: Journal of cultural heritage. 2006, 7, nº 1, pp. 30-36
23. PRATI, S., SCIUTTO, G., MAZZEO, R., TORRI, C., FABBRI, D.: "Application of ATR-far-infrared spectroscopy to the analysis of natural resins". En: Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2011, vol. 399, nº 9, pp. 3081-3091.
24. RIBECHINI, E., MODUGNO, F., COLOMBINI, M.P.: "Direct exposure-(chemical ionisation) mass spectrometry for a rapid characterization of raw and archaeological diterpenoid resinous materials". En: Microchimica Acta. 2008, vol. 162, nº 3-4, pp. 405-413.
25. RIFÉ, M.P., MARTÍNEZ del OLMO, S.: Composición de las mieras de las especies de pinos resinadas industrialmente en España. Comunicaciones I.N.I.A. Serie: recursos naturales, nº 3. Madrid: Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1975.
26. ROMERO, J., BOLÍVAR, F.C., FERNÁNDEZ, M.A., MARTÍN, I., POYATOS, F.: "Estudio del biodeterioro fúngico del barniz de colofonia". En: XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Vol. 2. Murcia: 21-24 octubre 2004. pp. 797.
27. RÖTTLÄNDER, R.: "Dehydroabieten durch UV-Deinstrahlung von Harzsäuren" (Dehydroabieten produced by UV-irradiation of resin acids). En: Tetrahedron letters: the international organ for the rapid publication of preliminary communications in organic chemistry. 1969, nº 47, pp. 4127-4128.
28. SAN ANDRÉS, M., CONEJO, O., SÁNCHEZ, A.: "Caracterización de barnices". En: IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Sevilla: Septiembre 1992. pp. 677-695.
29. SCALARONE, D., VAN DER HORST, J., BOON, J.J., CHIANTORE, O.: "Direct-temperature mass spectrometric detection of volatile terpenoids and natural terpenoid polymers in

- fresh and artificially aged resins". En: *Journal of Mass Spectrometry*. 2003, 38(6), pp. 607-17.
30. SCALARONE, D., LAZZARI, M., CHIANTORE, O.: "Ageing behaviour and pyrolytic characterisation of diterpenic resins used as art materials: colophony and Venice turpentine". En: *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2002, vol. 64, nº 2, pp. 345-361
31. STOHL, E.: "Thinlayer chromatography". En: *Parfümerie und Kosmetik*. 1958, vol. 39, pp. 564, 567-568, 573-574.
32. ŠTEFCOVÁ, P.: "Povrchové úpravy rezonančního dřeva houslí" (Surface finishing of violin resonance wood). En: *Hudební nástroje (1964-1990)*. 1989, 26, nº 6, pp. 210-212.
33. STUART, B.H.: "Rosin". En: *Analytical Techniques in Materials Conservation*. 2007, John Wiley & Sons, Ltd., pp. 12, 31, 50, 64, 121, 152.
34. VAN DEN BERG, K.J., BOON, J.J., PASTOROVA, I., SPETTER, L.F.M.: "Mass spectrometric methodology for the analysis of highly oxidized diterpenoid acids in Old Master paintings". En: *Journal of Mass Spectrometry*. 2000, vol. 35, nº 4, pp. 512-533.
35. VAN DEN BERG, K.J., VAN DER HORST, J., BOON, J.J., SHIBAYAMA, N., DE LA RIE, E.R.: "Mass spectrometry as a tool to study ageing processes of diterpenoid resins in works of art: GC- and LC-MS studies". En: *Advances in Mass Spectrometry*, vol. 14. Proceedings of the International Mass Spectrometry Conference, Tampere, Finland, 1997. Amsterdam: 1998, pp.563-573.
36. VAN DEN BERG, K.J., PASTOROVA, I., SPETTER, L., BOON, J.J.: "State of oxidation of diterpenoid Pinaceae resins in varnish, was lining material, 18th Century resin oil paint, and a recent cooper resinate glaze". En: *11th Triennial Meeting of ICOM Committee for Conservation*. Edinburgh, Scotland: 1-6 September 1996. Preprints, vol 2, pp. 930-937.
37. VAN DEN BERG, K.J., PASTOROVA, I., SPETTER, L.F.M., BOON, J.J.: "Oxidation of diterpenoid Pinaceae resins in old master paintings". En: *Proceedings of the 44th ASMS Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics*, Portland, Oregon: 1996, p.558.
38. WRIGHT, M.M., WHEALS, B.B.: "Pyrolysis-mass spectrometry of natural gums, resins, and waxes and its use for detecting such materials in ancient Egyptian mummy cases (cartonnages)". En: *Journal of analytical and applied pyrolysis*. 1987, vol. 11, pp. 195-211.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE TOXICIDAD

1. LÓPEZ ROMÁN, A.: "Prevención de riesgos laborales en la investigación e intervención en patrimonio histórico". Sevilla. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura (Sevilla), 2000.

REFERENCIAS WEB

1. http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/publi/PDF/V3S_T15.PDF. Productos forestales no maderables. FAO. pp. 228-232

REFERENCIAS WEB DE TRATAMIENTOS DE ANÁLISIS Y ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO

1. DERRICK, M.R., STULIK, D.C., LANDRY, J.M.: Infrared Spectroscopy in Conservation Science. Los Ángeles: The Getty Conservation Institute. 1999. pp. 103-107, 186. Disponible en: http://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/infrared_spectroscopy.pdf
2. DERRICK, M.R., STULIK, D.C., LANDRY, J.M., BOUFFARD, S.P.: "Furniture finish layer identification by infrared linear mapping microspectroscopy". En: Journal of the American Institute for Conservation. 1992, vol. 31, nº 2, pp. 225-236. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3179494>
3. DERRICK, M.R.: "Fourier Transform Infrared spectral analysis of natural resins used in furniture finishes". En: Journal of the American Institute for Conservation. 1989, vol. 28, nº 1, pp. 43-56. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3179466>
4. VAN DEN BERG, K.J.: "Diterpenoid resins in paintings". En: A multidisciplinary Nwo Prioriteit Project on Molecular Aspects of Ageing in Painted Works of Art. Final report and highlights. 1995-2002. Amsterdam: FOM Institute Amolf, 2003, pp. 29-30. Disponible en: [http://www.nwo.nl/files/nsf/pages/NWOP_62WDAG/\\$file/molart%20eindverslag.pdf](http://www.nwo.nl/files/nsf/pages/NWOP_62WDAG/$file/molart%20eindverslag.pdf)

REFERENCIAS WEB DE TOXICIDAD

1. BERENGUER, M.J., ALONSO, R.M.: Colofonia. Riesgos asociados a su utilización. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/752.pdf>
2. GUPTA, S., MCCANN, M., HARRISON, J.: "Health Hazards in the Arts and Crafts". En: Leonardo. 1991, vol. 24, nº 5, pp. 569-572. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/info/1575662>
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/301a400/nspn0358.pdf>
3. SACRISTÁN, R.: Toxicología de los materiales pictóricos. Tesis doctoral: España: Universidad Complutense de Madrid, 2003. Disponible en: <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/19972000/H/1/H1014501.pdf>
4. U.S. Department of Health&Human Services: Environmental Health and Toxicology: <http://sis.nlm.nih.gov/enviro/arthazards.html>