



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES
ORGANISMO DE INVESTIGACIÓN JUDICIAL (OIJ)
PODER JUDICIAL, COSTA RICA

**PROCEDIMIENTO DE
OPERACIÓN NORMADO
ESPECIFICO**

P-DCF-ECT-FIS-34

**ANÁLISIS DE PINTURA POR
ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON
TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)**

VERSION: 06

Rige desde: 22/08/2025

PAGINA: 1 de **25**

Elaborado o modificado por: Lic. Max Méndez Sánchez Perito Judicial 2 Sección de Balística y Trazas	Revisado por Líder Técnico: Máster Yennory Saborío Chavarría Líder Técnica de la Sección de Balística y Trazas/ Unidad de Análisis Químico de Residuos
Visto Bueno Encargado de Calidad: Licda. Ivannia Solís Blanco Encargada de Calidad de la Sección de Balística y Trazas	Aprobado por: Licda. Kattia Saborío Chaverri Jefatura, Sección de Balística y Trazas

CONTROL DE CAMBIOS A LA DOCUMENTACIÓN

Versión	Fecha de Aprobación	Fecha de Revisión	Descripción del Cambio	SCD	Solicitado por
01	01/03/2011	01/12/2014	Versión Inicial del procedimiento	-	PFM
02	01/12/2014	03/10/2017	Cambio código Sección. Revisión y modificación del procedimiento, inclusión de nuevos puntos	-	KSCh
03	03/10/2017	15/10/2021	Cambio de formato. Revisión y cambio en la redacción. Se incluye referencia. Se modifica materiales. Se incluyen nuevos puntos y notas.	15-17	KSCh
04	15/10/2021	08/09/2022	Revisión y cambio en la redacción producto de la revisión periódica requerida por el Sistema de Gestión de la Calidad. Se incluyen nuevos puntos y notas. Sustitución de equipo.	026-21	KSC



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES
ORGANISMO DE INVESTIGACIÓN JUDICIAL (OIJ)
PODER JUDICIAL, COSTA RICA

**ANÁLISIS DE PINTURA POR
ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON
TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)**

**PROCEDIMIENTO DE
OPERACIÓN NORMADO
ESPECIFICO**

P-DCF-ECT-FIS-34

VERSION: 06

Rige desde: 22/08/2025

PAGINA: 2 de **25**

05	08/09/2022	22/08/2025	Se elimina "micro" del nombre del PON y apartados internos. Revisión y cambios en la redacción, en particular por el uso del accesorio IRIS ATR. Inclusión de apartado 7.4 y criterio de aceptación o rechazo según informes de validación.	016-22	KSC
06	22/08/2025		Revisión y cambios en redacción producto de la revisión periódica del Sistema de Gestión de la Calidad. Inclusión de notas 1, 10 y 11. Cambio nombre de la Sección.	017-25	KSC

**ESTE PROCEDIMIENTO ES UN DOCUMENTO CONFIDENCIAL
PARA USO INTERNO DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES
SE PROHÍBE CUALQUIER REPRODUCCIÓN QUE NO SEA PARA ESTE FIN**

La versión oficial digital es la que se mantiene en la ubicación que la Unidad de Gestión de Calidad defina. La versión oficial impresa es la que se encuentra en la Unidad de Gestión de Calidad. Cualquier otro documento impreso o digital será considerado como copia no controlada .

COPIA NO CONTROLADA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 3 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

1 Objetivo:

Determinar la composición química de la capa o capas de pintura que constituyen el acabado de un indicio, sea éste: un fragmento, vehículo, bicicleta, motocicleta, entre otros, mediante la aplicación de espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).

2 Alcance:

Este PON le permite al personal pericial o técnico, con competencia técnica certificada, realizar el análisis químico por FTIR de recubrimientos de pintura presentes en un indicio. El personal pericial deberá proceder con este PON una vez concluido el Procedimiento para la observación al microscopio de pintura endurecida, excepto en casos de inspección de vehículos donde se disponga de la muestra recolectada en forma de capas individuales, cuyo análisis por lo general y a criterio pericial no requiere de dicha observación microscópica.

En casos donde se cuenta con muestra de comparación, los resultados de este análisis permiten obtener más elementos asociativos o discriminantes entre la muestra recibida y la muestra de comparación. De no contar con muestra de comparación no es necesario realizar este análisis a las muestras recibidas, con excepción valorada del (de la) perito(a) para contar con un resultado que le permita identificar el tipo de material recibido en casos en que las características físicas y microscópicas no dan información suficiente.

La metodología se encuentra validada según el informe de validación 003-FIS-VAL-2022 y 004-FIS-VAL-2020 (revalidación del 014-FIS-VAL (2)-2014), los cuales demuestran la capacidad de interpretación química y clasificación de acuerdo con los esquemas de clasificación utilizados en la Unidad de QAR.

3 Referencias:

- Bartick, E. G. and Tungol, M. W. Infrared microscopy and its forensic applications. In: *Forensic Science Handbook* (Vol. 3). Saferstein, R. (ed.). Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993, pp. 196-252.
- Informes de validación 014-FIS-VAL-(2)-2014, 004-FIS-VAL-2020 y 003-FIS-VAL-2022.
- Procedimiento para el uso y manejo del espectrómetro Cary 660 con microscopio infrarrojo Cary 610 para análisis por ATR, P-DCF-ECE-FIS-09, versión vigente.
- Procedimiento para la observación al microscopio de pintura endurecida, P-DCF-ECT-FIS-33, versión vigente.
- Procedimiento para la inspección de vehículos y recolección de muestras, P-DCF-ECT-FIS-46, versión vigente.
- Ryland, S. G., 'Infrared Microspectroscopy of Forensic Paint Evidence', in *Practical Guide to Infrared Microspectroscopy*, Humecki, H. J. (Ed.), Marcel Dekker, New York, 1995, pp. 163-243.

4 Equipos y Materiales:

4.1 Equipos

- Espectrómetro infrarrojo FTIR Agilent Technologies, modelo Cary 660
- Estereoscopio similar o superior al modelo Motic EM 3103

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 4 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

- Microscopio infrarrojo FTIR Agilent Technologies, modelo Cary 610

4.2 Materiales

- [Basurero para material convencional](#)
- [Basurero para material punzocortante](#)
- [Bitácora de control de uso del equipo infrarrojo en uso](#)
- [Bitácora de control de uso del estereoscopio en uso](#)
- Cinta adhesiva transparente
- Esquema de clasificación de extendedores de uso automotriz (ver Anexo 01)
- Esquema de clasificación de resinas de pintura de uso automotriz (ver Anexo 02)
- Formulario de análisis de pinturas-fragmentos
- [Formulario de análisis de pinturas-ropas](#)
- Formulario de análisis de pinturas-vehículos
- Formulario de pinturas – comparación (anexo)
- Gabacha
- [Hojas de bisturí N° 11, 20 ó 22 nuevas](#)
- [Mango para bisturí N° 3 ó 4](#)
- Papel óptico
- Papel toalla absorbente
- Pinzas de puntas finas de metal
- Portaobjetos de vidrio, nuevos o reciclados
- Soporte de portaobjetos
- [Trozos de cartulina o de papel de aproximadamente 15 x 8 cm de color claro y oscuro](#)
- Uniforme de trabajo

Nota 1: Los utensilios usados (mangos de bisturí, pinzas, soportes) deben ser limpiados con isopropanol y secados con papel toalla, con el fin de eliminar la posibilidad de acarreo entre muestras diferentes.

5 Reactivos y Materiales de Referencia:

- Acetona grado reactivo
- Agua del grifo
- Etanol grado reactivo
- Isopropanol, calidad para análisis
- Jabón para cristalería

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 5 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

6 Condiciones Ambientales:

- 6.1** Como personal pericial o técnico (a) encargado (a) de la ejecución del presente procedimiento, verifique el cumplimiento del control, monitoreo y registro de las condiciones ambientales (temperatura y humedad) para el uso del equipo. Según lo indicado en el apartado 6 del "Procedimiento para el uso y manejo del espectrómetro Cary 660 con microscopio infrarrojo Cary 610 para análisis por ATR".
- 6.2** Para el análisis de pintura por espectroscopía infrarroja no se requiere de condiciones ambientales especiales. Solamente se debe tener el cuidado de no realizar el análisis cerca de corrientes de aire fuertes que pudiesen provocar la pérdida de los fragmentos de pintura a analizar, esto debido al pequeño tamaño de algunas muestras de pintura que se reciben. El sistema de aire acondicionado puede provocar estas corrientes por lo que, en caso de sentirse una corriente se debe cambiar la posición de la ventila respectiva de forma manual.
- 6.3** No se han identificado factores ambientales que comprometan la estabilidad de los fragmentos de pintura endurecida.

7 Procedimiento:

Nota 2: Para efectos de este PON, en aquellos casos donde los fragmentos provengan de la Sección de Patología Forense, ya habrían recibido el procedimiento de limpieza según lo indicado en el PON para la observación al microscopio de pintura endurecida.

Nota 3: Dado que la mayoría de los fragmentos de pintura recibidos tienen tamaños menores a 1 cm, éstos deben de manipularse con mucho cuidado para evitar su pérdida o deterioro. Generalmente un uso manual delicado es suficiente, utilizando presión manual, pinzas o bisturí según se requiera, pero bajo la premisa de no ejercer una presión excesiva que fracture los fragmentos. La experiencia del (de la) analista le permitirá definir cuándo una presión puede ser excesiva, porque todo dependerá de las características de cada indicio.

Nota 4: Las muestras de pintura constituyen indicios físicos no biodegradables y por lo tanto no se descomponen. Sin embargo, se pueden ver afectadas por derrames de solventes o ser fracturados si se les coloca cualquier tipo de utensilio o material pesado sobre éstos.

7.1 Proceda a colocarse la gabacha.

7.2 Selección, preparación y análisis de esquirlas de pintura por FTIR (Muestras más comunes de indicios recibidos):

Nota 5: Para el análisis de muestras de pintura aplica lo indicado en el "Procedimiento para el uso y manejo del espectrómetro Cary 660 con microscopio infrarrojo Cary 610 para análisis por ATR".

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 6 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

- 7.2.1** Traslade el o los indicios a analizar desde la zona de seguridad intermedia en que se mantienen almacenados, hasta el sector del equipo infrarrojo en el Cuarto de Instrumentos. Esto aplica también para las muestras generadas de indicios muy voluminosos o piezas automotrices, obtenidas por el (la) perito(a) a cargo del caso para la evacuación de la pericia solicitada.
- 7.2.2** Abra el sobre que contiene el indicio a analizar con cuidado de no perder algún fragmento. En los casos de muestras procedentes de la inspección de un vehículo, generalmente se cuenta con raspados de capas independientes los cuales usualmente no constituyen fragmentos tipo esquirla sino escamas de una sola capa; si este es el caso continúe con 7.3 ó 7.4.
- 7.2.3** Elija un fragmento o fragmentos que permitan este tipo de análisis. En el caso de esquirlas, el (la) analista decide cuál será el fragmento o fragmentos a estudiar, considerando en primera instancia el fragmento más grande o los que contengan el total de capas a analizar. Si el (la) analista no es el (la) perito(a) a cargo del caso y existe variabilidad de secuencias o características particulares de análisis, el (la) perito(a) deberá indicarle al analista sobre esos detalles así como lo que le interesa para la evacuación de la pericia y, de considerarlo necesario, tener elegidos los fragmentos de interés. Debido a que generalmente habrá una cantidad limitada de muestra (fragmentos menores a 1 cm²) las muestras se analizarán por micro-ATR. En casos donde la cantidad de muestra lo permita o casos donde existe la necesidad de analizar en el ámbito total de 4000 – 400 cm⁻¹, el (la) perito(a) según su criterio y conveniencia puede analizar una muestra por IRIS-ATR en lugar del micro-ATR.
- 7.2.4** Revise en el apartado Análisis de capas correspondiente, del Formulario de análisis de pinturas (respectivo), la secuencia de capas detectada en la muestra elegida según 7.2.3, con el fin de conocer específicamente las capas a analizar. Cada caso tiene sus particularidades, por lo que el (la) perito(a) debe decidir cuáles capas analizar cuando no sea posible o no sea necesario hacerlo con todas. Se pueden presentar situaciones que debe valorar considerando lo solicitado, junto con el tipo de muestra y la cantidad; como ejemplos: si hay un fragmento muy pequeño (inferior a 3 mm) que no permitirá obtener la suficiente superficie limpia de cada capa y por ello sólo se logra analizar el fragmento por los dos lados; o cuando se trata de un caso de identificación en que el análisis de tan sólo una superficie nos permita lograr una identificación de la composición química para definir si es una pintura o es un plástico y así no alterar mucho los fragmentos hasta contar con muestra de comparación; o en casos de comparación cuando ya se cuenta con suficientes análisis previos que permitan conocer la naturaleza del indicio y el espectro FTIR sólo está confirmando dicha identificación.
- 7.2.5** Anote en la bitácora de control de uso del estereoscopio lo correspondiente al inicio de su uso.
- 7.2.6** Limpie el área de observación del estereoscopio y el área cercana al mismo con papel toalla ligeramente humedecido con isopropanol, con el fin de asegurarse que no exista suciedad ni restos de pintura endurecida procedentes de otras fuentes diferentes a la muestra a analizar.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 7 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

7.2.7 Coloque la muestra elegida sobre el área de observación, si se necesita puede utilizar un portaobjetos limpio sobre esta área, un trozo de cartulina o un trozo de papel, sujetando los mismos con las prensas que posee el estereoscopio. Otra forma es utilizar un portaobjetos fijado con cinta adhesiva transparente sobre el soporte de portaobjetos y trabajar con esto sobre el área de observación, lo cual aplica si específicamente se va a trabajar por micro-ATR. La muestra a su vez puede desde este momento ser fijada sobre este montaje con cinta adhesiva transparente.

Nota 6: De preferencia, aunque no imprescindible, el (la) analista puede colocar bajo el portaobjetos un trozo de cartulina o de papel que le permita visualizar mejor el fragmento y sus capas. Prepare portaobjetos limpios para ser utilizados en el análisis de las muestras. Cuando se dispone de portaobjetos reciclados o que han permanecido almacenados durante mucho tiempo y presentan manchas, deberá proceder a limpiarlos como se indica en el anexo 3.

7.2.8 Encienda el estereoscopio y aumente la intensidad de luz al máximo por medio de su regulador.

7.2.9 Seleccione el aumento que considere apropiado para visualizar y trabajar la muestra, generalmente con 10X se logra un área apropiada de trabajo.

7.2.10 Prepare una hoja de bisturí para el análisis de las muestras (ver 11.1). Es criterio del (de la) analista, según la destreza adquirida, utilizar una hoja nueva o reutilizar una hoja que ha limpiado (con papel toalla humedecido con isopropanol) y que permanece con filo, y también el usarla directamente sin mango ó el proceder a colocarla en un mango.

7.2.11 Ajuste con la perilla de enfoque hasta lograr una imagen nítida del fragmento, en caso de no estar en posición de enfoque.

7.2.12 Sujete el fragmento elegido con ayuda de pinzas, dejando un espacio central en que se realizará el raspado de capas. En el caso de un fragmento muy grande (varios centímetros) las pinzas podrían delimitar el área de raspado del mismo.

7.2.13 Proceda a raspar un conjunto de capas a analizar en el espacio central descrito en 7.2.12, con el uso del bisturí preparado en 7.2.10. El total de capas a analizar de cada lado en que se coloque el fragmento o fragmentos a analizar depende de lo estudiado según 7.2.4, de tal forma que no se debilite y fracture el fragmento. De acuerdo con la destreza del (de la) analista y el tamaño de los fragmentos se logrará obtener superficies limpias de capas, hasta los límites físicos de tamaño y manipulación en aquellos fragmentos inferiores a 3 mm. Si la muestra lo permite y el análisis se va a realizar con el IRIS-ATR (ver 7.2.3), de cada capa a analizar deberá obtener una superficie limpia de al menos 2 mm² y quedar expuesta sobre el resto de capas, de tal forma que al colocar el fragmento sobre el cristal del IRIS-ATR se logre analizar exactamente el sector elegido.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 8 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

7.2.14 Proceda a limpiar cada capa expuesta asegurando con ello que cada una quede lo más limpia posible de la capa superior que tenía antes del raspado; utilizando para ello una hoja de bisturí nueva o una limpia que mantenga su filo (Nº20, 22 o 11) esto como procedimiento adicional de limpieza de las superficies expuestas obtenidas en 7.2.13. De igual forma en este paso se separa toda escama que todavía permanezca en forma dispersa. Después de raspar algunas capas es posible que la hoja de bisturí pierda el filo y por tanto deba proceder a utilizar una nueva hoja. Cuando suceda, deseche en su cobertor la hoja ya usada y al finalizar labores colóquela en el basurero para material punzocortante (ver 11.1).

Nota 7: Como alternativas de limpieza algunos raspados de capas requieren eliminar mucho volumen de escamas (por ejemplo capas de masilla) por lo que se puede sacudir y/o soplar las mismas llevando el soporte o papel a un basurero para material convencional y luego se puede utilizar un trozo limpio de papel óptico como medio final de limpieza de escamas. Todos los artículos usados y manos del (de la) analista también requieren limpieza entre capas por lo que se debe aplicar también el sacudir, soplar y limpiar con papel toalla, hasta asegurar que no se traslade escamas de otra capa a la capa en análisis.

7.2.15 Proceda a fijar con cinta adhesiva transparente el fragmento a analizar sobre un portaobjetos, en caso de no haberlo hecho (ver 7.2.7). Luego coloque esto sobre el soporte de portaobjetos, también en caso de no haberlo hecho (ver 7.2.7) y de esta forma el fragmento estará listo para su lectura. Esto aplica específicamente para análisis por micro-ATR.

7.2.16 Proceda con los apartados respectivos del "Procedimiento para el uso y manejo del espectrómetro Cary 660 con microscopio infrarrojo Cary 610 para análisis por ATR", para la obtención de los espectros correspondientes a las capas de las áreas preparadas del fragmento seleccionado:

7.2.16.1 Anote en la bitácora de control de uso del equipo infrarrojo lo correspondiente al inicio de su uso.

7.2.16.2 Prepare el equipo.

7.2.16.3 Proceda con la lectura.

7.2.16.4 Procese e imprima digitalmente los espectros como archivos PDF. Es típico realizar la impresión digital de dos espectros en una hoja en orientación horizontal lo cual permite observar y analizar dos muestras a la vez y de un tamaño no excesivo. Para la interpretación de los espectros es imprescindible la impresión con la posición de los picos.

7.2.17 Repita de 7.2.7 a 7.2.16, hasta obtener espectros de todas las capas a analizar. Por tanto, el colocar el o los fragmentos de cada indicio deberá repetirse tantas veces como sea necesario hasta obtener los espectros de todas las capas que se desea analizar.

7.2.18 Retire completamente del portaobjetos el fragmento analizado y devuélvalo a su envoltorio.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 9 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

7.2.19 Repita los puntos de 7.2.2 a 7.2.18 si existen otros indicios.

7.2.20 Apague el estereoscopio y anote en la bitácora de control de uso del estereoscopio lo correspondiente al final de su uso.

7.2.21 Proceda con el apagado de la computadora del equipo infrarrojo y anote en la bitácora de control de uso del equipo infrarrojo lo correspondiente al final de su uso.

7.2.22 Revise que todos los indicios analizados se encuentren en los sobres que los contenían y proceda a trasladarlos a la zona de seguridad intermedia de donde se retiraron inicialmente.

7.2.23 Si las muestras analizadas fueron generadas de indicios muy voluminosos o piezas automotrices (ver 7.2.1), proceda con el embalaje y lacrado para la devolución de esos indicios, utilizando su embalaje original. Luego traslade el indicio o indicios respectivos a la Bodega de indicios analizados para su respectiva devolución, con ayuda del software de traslado de objetos.

7.2.24 Proceda a embalar, registrar y almacenar los indicios analizados como muestras testigos. Por medio del SADCF debe crear el embalaje final que se está usando (en caso de que no esté utilizando el inicialmente recibido), debe lacrarlo y cambiarle el Estado destino indicio a "TESTIGO". Luego realice el traslado a la persona encargada de custodiar y almacenar los testigos en la bodega de Indicios Analizados de la Sección, con ayuda del software de traslado de objetos.

Nota 8: Las muestras testigo permanecerán en custodia del laboratorio por un espacio de 10 años después de recibida la Solicitud de Dictamen Pericial, luego se procederá con su destrucción. En el caso particular donde en la Solicitud se especifique la devolución de estas muestras a la Autoridad Judicial, el paso anterior no aplica y deberá procederse como en 7.2.23.

7.3 Selección, preparación y análisis de escamas de capas de pintura por FTIR usando el micro ATR (Muestras típicas recolectadas en la inspección de vehículos):

Nota 9: Para el análisis de escamas de capas individuales de pintura aplica lo indicado en el "Procedimiento para el uso y manejo del espectrómetro Cary 660 con microscopio infrarrojo Cary 610 para análisis por ATR".

7.3.1 Traslade el o los indicios a analizar desde la zona de seguridad intermedia en que se mantienen almacenados, hasta el sector del equipo infrarrojo en el Cuarto de Instrumentos.

7.3.2 Anote en la bitácora de control de uso del estereoscopio lo correspondiente al inicio de su uso.

7.3.3 Limpie el área de observación del estereoscopio y el área cercana al mismo con papel toalla ligeramente humedecido con isopropanol, con el fin de asegurarse que no exista

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 10 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

suciedad ni restos de pintura endurecida procedentes de otras fuentes diferentes a la muestra a analizar.

7.3.4 Proceda a preparar el soporte de portaobjetos con un portaobjetos limpio colocado sobre éste y unido con cinta adhesiva en sus extremos. La limpieza tanto del portaobjetos como del soporte se realiza frotando suavemente su superficie con papel toalla humedecido con isopropanol.

7.3.5 Coloque el soporte preparado en 7.3.4 sobre el área de observación del estereoscopio.

7.3.6 Encienda el estereoscopio y aumente la intensidad de luz al máximo por medio de su regulador.

7.3.7 Seleccione el aumento que considere apropiado para visualizar y trabajar la muestra, generalmente con 10X se logra un área apropiada de trabajo.

7.3.8 Ajuste con la perilla de enfoque hasta lograr una imagen nítida si no está en posición de enfoque.

7.3.9 Elija la muestra a analizar, generalmente corresponde a un sector de un vehículo, donde las muestras de raspados de capas individuales procedentes de ese sector se encuentran separadas en trozos de papel y estos dentro de un sobre de manila. En otro tipo de casos la muestra puede corresponder por ejemplo a una única escama recolectada (caso de inspección de ropas). Si el caso corresponde a la inspección de un vehículo proceda según 7.3.10, y si no es así siga con 7.3.11 considerando "capa individual" como la muestra con que se cuenta.

7.3.10 Revise en el respectivo apartado de Desgaste Sucesivo de capas del Formulario de análisis de pinturas-vehículos, la secuencia de capas detectada en el sector a analizar según 7.3.9, con el fin de conocer específicamente las capas a analizar y cotejarlas físicamente. Cada caso tiene sus particularidades, pero el(la) perito(a) decide cuáles capas analizar, en concordancia con su planteamiento del caso, ver el Procedimiento para la inspección de vehículos y recolección de muestras. Si el (la) analista no es el(la) perito(a) a cargo del caso y existen características particulares de análisis, el(la) perito(a) deberá indicarle al (a la) analista sobre las mismas y lo que le interesa para la evacuación de la pericia.

7.3.11 Coloque un pequeño grupo de escamas de la capa individual en análisis (debe seleccionar escamas lo más limpias posible y a veces con una es suficiente), en el portaobjetos que se encuentra bajo el área de observación del estereoscopio.

Nota 10: De acuerdo con la habilidad desarrollada por el (la) analista se puede colocar desde este momento, varias escamas de capas individuales sobre el portaobjetos.

7.3.12 Proceda con los apartados respectivos del "Procedimiento para el uso y manejo del espectrómetro Cary 660 con microscopio infrarrojo Cary 610 para análisis por ATR", para la obtención del espectro correspondiente a la capa colocada sobre el portaobjetos:

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 11 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

- 7.3.12.1** Anote en la bitácora de control de uso del equipo infrarrojo lo correspondiente al inicio de su uso.
- 7.3.12.2** Prepare el equipo.
- 7.3.12.3** Proceda con la lectura. Ante la posibilidad de que en la punta del micro-ATR quede adherida una escama, se debe limpiar la misma entre las lecturas; para esto utilice un trozo de papel óptico frotando suavemente sobre la punta.
- 7.3.12.4** Procese e imprima digitalmente los espectros como archivos PDF. Es típico realizar la impresión digital de dos espectros en una hoja en orientación vertical lo cual permite observar y analizar dos muestras a la vez y de un tamaño no excesivo. Para la interpretación de los espectros es imprescindible la impresión con la posición de los picos.
- 7.3.13** Retire de la platina del microscopio infrarrojo el soporte con el portaobjetos que contiene las escamas de la muestra analizada. En caso de que no se cuente con más muestra de esta capa, deberá devolver cada escama al trozo de papel blanco de donde proviene; de lo contrario, puede desechar esas escamas como basura convencional y limpiar el portaobjetos con papel toalla humedecido con isopropanol. Luego debe colocar de nuevo el soporte con el portaobjetos sobre el área de observación del estereoscopio.
- 7.3.14** Repita de 7.3.11 a 7.3.13 para el resto de capas individuales, hasta completar el análisis de las capas del sector en análisis, si el caso corresponde a la inspección de un vehículo.
- 7.3.15** Repita de 7.3.9 a 7.3.14, para el análisis de otros indicios a analizar, por ejemplo si el caso corresponde a la inspección de un vehículo se puede contar con las muestras de otros sectores del vehículo analizado.
- 7.3.16** Apague el estereoscopio y anote en la bitácora de control de uso del estereoscopio lo correspondiente al final de su uso.
- 7.3.17** Proceda con el apagado de la computadora del equipo infrarrojo y anote en la bitácora de control de uso del equipo infrarrojo lo correspondiente al final de su uso.
- 7.3.18** Revise que todos los indicios analizados se encuentren en los sobres que los contenían y proceda a trasladarlos a la zona de seguridad intermedia de donde se retiraron inicialmente.
- 7.3.19** Proceda a embalar, registrar y almacenar los indicios analizados como muestras testigo. Por medio del SADCF debe crear el embalaje final que se está usando, debe lacrarlo y cambiarle el Estado destino indicio a "TESTIGO". Luego realice el traslado a la persona encargada de custodiar y almacenar los testigos en la bodega de Indicios Analizados de la Sección, con ayuda del software de traslado de objetos (Nota 8).

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 12 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

7.4 Selección, preparación y análisis de escamas de capas de pintura por FTIR usando el IRIS-ATR (Aplica para muestras recolectadas en la inspección de vehículos y otras muestras cuya cantidad permita el análisis por IRIS-ATR, escamas que permitan cubrir un área mayor a 1,8 mm de diámetro):

Nota 11: Para el análisis de escamas de capas individuales de pintura aplica lo indicado en el "Procedimiento para el uso y manejo del espectrómetro Cary 660 con microscopio infrarrojo Cary 610 para análisis por ATR", usando el IRIS-ATR.

7.4.1 Traslade el o los indicios a analizar desde la zona de seguridad intermedia en que se mantienen almacenados, hasta el sector del equipo infrarrojo en el Cuarto de Instrumentos.

7.4.2 Elija la muestra a analizar, generalmente corresponde a un sector de un vehículo, donde las muestras de raspados de capas individuales procedentes de ese sector se encuentran separadas en trozos de papel y estos dentro de un sobre de manila. En otro tipo de casos la muestra puede corresponder por ejemplo a raspado de capas de una estructura metálica. Si el caso corresponde a la inspección de un vehículo proceda según 7.4.3, y si no es así siga con 7.4.4 considerando "cada capa" como la muestra con que se cuenta.

7.4.3 Revise en el respectivo apartado de Desgaste Sucesivo de capas del Formulario de análisis de pinturas-vehículos, la secuencia de capas detectada en el sector a analizar según 7.4.2, con el fin de conocer específicamente las capas a analizar y cotejarlas físicamente. Cada caso tiene sus particularidades, pero el(la) perito(a) decide cuáles capas analizar, en concordancia con su planteamiento del caso, ver el Procedimiento para la inspección de vehículos y recolección de muestras. Si el (la) analista no es el(la) perito(a) a cargo del caso y existen características particulares de análisis, el(la) perito(a) deberá indicarle al (a la) analista sobre las mismas y lo que le interesa para la evacuación de la pericia.

7.4.4 Proceda con los apartados respectivos del "Procedimiento para el uso y manejo del espectrómetro Cary 660 con microscopio infrarrojo Cary 610 para análisis por ATR", para la obtención del espectro correspondiente al análisis de cada capa a analizar por IRIS-ATR:

7.4.4.1 Anote en la bitácora de control de uso del equipo infrarrojo lo correspondiente al inicio de su uso.

7.4.4.2 Prepare el equipo.

7.4.4.3 Proceda con la lectura. Ante la posibilidad de que en el cristal o en la punta de la prensa del IRIS-ATR quede adherida una escama, se deben limpiar las mismas entre las lecturas; para esto utilice un trozo de papel óptico frotando suavemente sobre el cristal y la punta de la prensa.

7.4.4.4 Procese e imprima digitalmente los espectros como archivos PDF. Es típico realizar la impresión digital de dos espectros en una hoja en orientación vertical lo cual permite observar y analizar dos muestras a la vez y de un tamaño no excesivo. Para la interpretación de los espectros es imprescindible la impresión con la posición de los picos.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 13 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

- 7.4.5** Repita 7.4.4 hasta completar el análisis de las capas del sector en análisis, si el caso corresponde a la inspección de un vehículo.
- 7.4.6** Repita de 7.4.2 a 7.4.5, para el análisis de otros indicios a analizar, por ejemplo si el caso corresponde a la inspección de un vehículo se puede contar con las muestras de otros sectores del vehículo analizado.
- 7.4.7** Proceda con el apagado de la computadora del equipo infrarrojo y anote en la bitácora de control de uso del equipo infrarrojo lo correspondiente al final de su uso.
- 7.4.8** Revise que todos los indicios analizados se encuentren en los sobres que los contenían y proceda a trasladarlos a la zona de seguridad intermedia de donde se retiraron inicialmente.
- 7.4.9** Proceda a embalar, registrar y almacenar los indicios analizados como muestras testigo. Por medio del SADCF debe crear el embalaje final que se está usando, debe lacrarlo y cambiarle el Estado destino indicio a "TESTIGO". Luego realice el traslado a la persona encargada de custodiar y almacenar los testigos en la bodega de Indicios Analizados de la Sección, con ayuda del software de traslado de objetos (Nota 8).

7.5 Interpretación de los espectros FTIR obtenidos:

Nota 12: Esta parte del procedimiento la realiza un(a) perito(a) con competencia técnica certificada.

- 7.5.1** Abra los espectros digitales a interpretar, así como los esquemas de clasificación de resinas (ver Anexo 02) y extendedores (ver Anexo 01) con que cuenta la Sección de Pericias Físicas.
- 7.5.2** Siga el orden del esquema para determinar la presencia o ausencia de picos o bandas de absorción que permitan deducir qué tipo de resina y modificadores están presentes en el espectro, para esto utilice el espectro a interpretar y el esquema de clasificación de resinas de pintura automotriz (Ver Anexo 02), así como la morfología típica del espectro (según espectros revisados en bibliotecas o bien obtenidos históricamente). Debe a la vez cumplir con el criterio de aceptación 1 indicado en el apartado 8. Utilice un color para resaltar el conjunto de picos de una resina en particular y luego a un lado del espectro haga una pequeña línea o círculo con ese color y a su derecha edite el tipo de resina a que corresponde, utilizando el nombre completo o el sistema de abreviaturas para análisis FTIR incluidos en los formularios para análisis de pinturas.

Nota 13: La presencia de sulfato de bario puede interferir para interpretar si una resina poliéster es isoftálica o tereftálica, o bien si una resina alquídica es isoftálica u ortoftálica. En caso de que se presente esta situación con relación a la capa que se está analizando, sólo reporte que la resina es poliéster o alquídica según corresponda. En casos de comparación, el perito deberá tomar en cuenta, además de la identificación realizada, la similitud en la morfología del espectro de las capas que se están comparando para llegar o no a una asociación.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 14 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

7.5.3 Siga el orden del esquema para determinar la presencia o ausencia de picos o bandas de absorción, que permitan deducir qué tipo de extendedores están presentes en el espectro, para esto utilice el espectro a interpretar y el esquema de clasificación de extendedores de pintura automotriz (Ver Anexo 01), así como la morfología típica del espectro (según espectros revisados en bibliotecas o bien obtenidos históricamente). Utilice otro color para resaltar el conjunto de picos de un extensor en particular y luego a un lado del espectro haga una pequeña línea o círculo con ese color y a su derecha edite el tipo de extensor a que corresponde, utilizando el nombre completo o el sistema de abreviaturas para análisis FTIR incluidos en los formularios para análisis de pinturas.

Nota 14: Considerando que la presencia de extendedores en capas correspondientes a acabados automotrices (por ejemplo transparentes o capas de color con hojuelas decorativas), generalmente es nula o se encuentra en poca cantidad dentro de su formulación, siendo predominante en el espectro las señales de la resina y a veces de pigmentos (caso del dióxido de titanio en pinturas blancas), y que lo importante para determinar su naturaleza es identificar qué tipo de resina y modificadores posee, no proceda con la identificación de posibles bandas de extendedores en estas capas. En el caso de pinturas arquitectónicas o en capas de masilla, por el contrario, es común el uso de extendedores en alta concentración que incluso interfieren en la interpretación clara de la resina presente, por lo que se debe realizar la interpretación completa según lo que permitan las bandas de absorción en cuanto a ámbito de frecuencias, morfología e intensidad.

7.5.4 Identifique el espectro con la interpretación realizada. Para esto puede indicar el nombre completo, iniciando por el tipo de resina, luego los modificadores y finalmente los extendedores, por ejemplo: "Esmalte acrílico – uretano (tipo nueva generación) modificado con estireno, con sulfato de bario como extensor." O bien, puede dejar la identificación con tan sólo lo anotado según 7.5.2 y 7.5.3.

7.5.5 Repita de 7.5.2. a 7.5.4 para cada uno de los espectros a interpretar. Para resaltar los picos en los espectros, correspondientes a otras resinas o extendedores no presentes en los espectros ya interpretados, deberá utilizar otros colores. Si se trata de la misma resina o extensor utilice el mismo color.

7.5.6 Anote todos los resultados de interpretación obtenidos en los respectivos sectores de los cuadros correspondientes según el formulario que se esté utilizando: apartado -Análisis de capas, del Formulario de análisis de pinturas-fragmentos; apartado -Desgaste sucesivo de capas, del Formulario de análisis de pinturas-vehículos; apartado -Análisis de capas, del Formulario de análisis de pinturas-ropas. Utilice para esto el sistema de abreviaturas para análisis FTIR.

7.5.7 Para el análisis comparativo de resultados, utilice el apartado 5.2.5. del Formulario de análisis de pinturas-fragmentos o el Formulario de pinturas – comparación (anexo), para resumir los resultados obtenidos tanto de la inspección al microscopio como el análisis por espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 15 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

8 Criterios de Aceptación o Rechazo de Resultados:

No.	Criterio de Aceptación	Valor Límite	Corrección Aplicable
1	Que las muestras analizadas presenten frecuencias de vibración específicas para la interpretación del tipo de resina o resinas que la componen, así como de los posibles extendedores, dentro de los rangos esperados en los espectros FTIR con ATR según los esquemas de clasificación de extendedores y de resinas de pintura (ver Anexos Número 01 y 02). La interpretación del total de resinas posibles de interpretar (10 tipos de pintura automotriz y 6 tipos de pintura arquitectónica), así como de los extendedores (9 tipos), se considera aceptable al estar presentes las frecuencias de vibración específicas según dichos anexos, así como la morfología típica del espectro para cada tipo, y de acuerdo con los resultados obtenidos en la validación realizada con 6 de los tipos de pintura más comunes recibidos con lo cual se demostró que la técnica de interpretación es aceptable.	Ver ámbito de señales características, para 6 diferentes tipos de resinas de uso automotriz más comunes, en anexo 4.	Ante la ausencia de bandas específicas y de características que permitan la interpretación según el esquema de clasificación para resinas, deberá concluirse como "Resina no clasificable" ó "Material no clasificable".
2	Intensidad de transmitancia mínima.	8% (con relación señal/ruido = 5/1 en la banda menos intensa.	Los espectros de infrarrojo se caracterizan por generar un patrón de bandas característico, donde el ruido generalmente no sobresale sobre su línea base y permite la búsqueda en bibliotecas sin generar mayores dificultades a los algoritmos de comparación. Se establece como un criterio mínimo de aceptación de un espectro infrarrojo obtenido por este equipo, aquel que aunque su banda de mayor intensidad sólo alcance 8% de transmitancia, la relación señal a ruido con su banda menos intensa no sea menor a 5/1.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 16 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)		P-DCF-ECT-FIS-34

			En caso de que el espectro no cumpla lo anterior se debe rechazar y repetir con una cantidad de muestra mayor (por ejemplo aumentando la abertura).
3	Intensidad de transmitancia máximo.	Picos con forma definida	Cuando un espectro presenta bandas con intensidades de transmitancia cercanas al 100%, se debe considerar si el espectro está bien resuelto (bandas separadas por arriba de su resolución espectral y con intensidades que generen picos definidos). En caso de que el espectro no esté bien resuelto se considera que está saturado y por tanto el espectro se debe rechazar y repetir con una cantidad de muestra menor (por ejemplo disminuyendo la abertura).

Nota 15: Los espectros obtenidos al aplicar este procedimiento se rechazan o aceptan de acuerdo con los criterios indicados. La interpretación química y su clasificación se basan en los esquemas de clasificación utilizados en la Unidad de QAR. Si al aplicar los esquemas no se logra una clasificación el(la) perito(a) puede indicar "Resina no clasificable", pero el espectro no se rechaza porque contiene la información molecular de los componentes en esa muestra, que de igual forma da información para una posible comparación.

9 Cálculos y evaluación de la incertidumbre:

La ejecución de este procedimiento no requiere cálculos ni evaluación de la incertidumbre.

10 Reporte de Análisis y Resultados:

Reporte como encargado del caso, todos los resultados obtenidos, en el apartado "RESULTADOS Y CONCLUSIONES" del Dictamen Pericial. El conjunto de resultados contribuye junto con otros análisis a la interpretación respectiva.

10.1 Después de interpretar los espectros FTIR de todas las muestras analizadas de un caso, complete la columna de "Identificación de capas por FTIR" de **†** un cuadro en que se resume los resultados obtenidos. Ver ejemplo en 10.2 del apartado de Reporte de Análisis y Resultados del PON para la observación al microscopio de pintura endurecida. Tal como se indica en ese apartado, este cuadro de ejemplo cambia a la conformación que se muestra a continuación y el resultado quedaría de la siguiente manera:

"Del análisis de capas de los fragmentos que constituyen el objeto **Nº 1** y **I** descritos, se obtuvo los siguientes resultados:

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 17 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

CUADRO I. Secuencias de capas detectadas en los fragmentos que constituyen los objetos **N° 1 y I.**

INDICIO ANALIZADO	SECUENCIA DE CAPAS (*)	ESPESOR DE CAPAS (mm)	IDENTIFICACION DE CAPAS POR FTIR
1.	1. Blanco 2. Gris 3. Transparente 4. Blanco 5. Transparente 6. Blanco 7. Gris	1. 0,09 2. 0,00 - 0,01 3. 0,02 4. 0,19 5. 0,06 6. 0,04 7. 0,01	1) Esmalte acrílico - uretano (tipo nueva generación). 2) Laca nitrocelulosa con talco como extendedor. 3) Esmalte acrílico - uretano (tipo nueva generación), modificado con estireno. 4) Esmalte acrílico - uretano (tipo nueva generación), modificado con estireno. 5) Esmalte acrílico - uretano (tipo nueva generación), modificado con estireno. 6) Esmalte alquídico. 7). Laca acrílica con talco como extendedor.
I.	1. Blanco 2. Gris 3. Transparente 4. Blanco 5. Transparente 6. Blanco 7. Gris	1. 0,09 - 0,10 2. 0,00 - 0,01 3. 0,02 - 0,05 4. 0,14 - 0,20 5. 0,06 - 0,07 6. 0,04 7. 0,01 - 0,03	1) Esmalte acrílico - uretano (tipo nueva generación). 2) Laca nitrocelulosa con talco como extendedor. 3) Esmalte acrílico - uretano (tipo nueva generación), modificado con estireno. 4) Esmalte acrílico - uretano (tipo nueva generación), modificado con estireno. 5) Esmalte acrílico - uretano (tipo nueva generación), modificado con estireno. 6) Esmalte alquídico. 7). Laca acrílica con talco como extendedor.

(*) Secuencia de la capa más externa a la más interna.

Con relación a las capas analizadas:

- 1°, 3°, 4°, 5° y 7° capa de objeto **N°1** y **2**: resinas empleadas tanto en acabados originales de fábrica, así como para realizar retoques.
- 2° y 6° capa de objetos **N°1** y **2**: resinas utilizadas típicamente para realizar retoques."

10.2 Ese resultado contribuye a generar en el Dictamen Pericial una interpretación de la siguiente forma:

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 18 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

“Interpretación:

Los fragmentos que constituyen los objetos Nº 1 y I presentan características físicas, químicas y microscópicas de una pintura automotriz con acabado blanco satinado sin hojuelas decorativas. La secuencia indica que los fragmentos provienen de una superficie que ha recibido al menos tres retoques reproduciendo un mismo acabado blanco; la apariencia, irregularidad en los espesores y el grosor de algunas de las capas indica que se trata de retoques de baja calidad.”

11 Medidas de Seguridad y Salud Ocupacional:

- 11.1** La manipulación de hojas de bisturí durante el raspado de capas o la manipulación de escamas y esquirlas, exige concentración y destreza. Por lo tanto no se debe descuidar esta labor ni dejar las hojas en cualquier lugar. Todas las hojas usadas deberán embalsarse en sus cobertores para luego ser depositadas en el basurero para material punzocortantes en el laboratorio.
- 11.2** Los portaobjetos son materiales de vidrio delicados, por lo que deben manipularse con cuidado para evitar quebrarlos, lo que podría ocasionar alguna cortadura.
- 11.3** La utilización de guantes no es necesaria en este análisis dado que los fragmentos de pintura han sido previamente lavados (ver detalle en el Procedimiento para la observación al microscopio de pintura endurecida) y además, el empleo de los mismos dificulta la manipulación de los fragmentos. Además, en la mayoría de situaciones los fragmentos son manipulados con el uso de pinzas finas y hojas de bisturí.

12 Simbología:

%	Símbolo de porcentaje
20X	Factor de aumento del lente.
ATR	Reflectancia total atenuada
cm	Símbolo de centímetros
cm ⁻¹	Símbolo de centímetro recíproco
cm ²	Símbolo de centímetro cuadrado
DCF	Departamento de Ciencias Forenses
ECT	Específico, Calidad, Técnico
FIS	Sección de Pericias Físicas
FTIR	Espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier
mm	Símbolo de milímetros
P	Procedimiento
PDF	Formato de documento portatíl
PON	Procedimiento de Operación Normado
QAR	Unidad de Análisis Químico de Residuos
SCD	Solicitud de cambio documental
VAL	Validación

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 19 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

13 Terminología:

Acabado: Capa de recubrimiento con pigmentos (color) y/o hojuelas decorativas, cuyo propósito primordial es dar color a una superficie.

Escama: Fragmento de pintura endurecido, caracterizado por la presencia de pocas capas de pintura (generalmente una) y no experimenta fractura al deformarla.

Espectro: Representación gráfica de la absorción de radiación en función de la longitud de onda.

Esquirla: Fragmento de pintura endurecido, caracterizado por la presencia de varias capas de pintura y que experimenta fractura al deformarla.

Extendedor: Pigmento sin capacidad de cubrimiento usado en pinturas para ajustar propiedades físicas, tales como volumen, viscosidad, brillo, etc.

Hojuelas decorativas: Partículas que se mezclan dentro de las capas de acabado con el fin de producir efectos en la reflexión del color. Existen cuatro tipos: aluminio, cobre – bronce, perlescente o perlado y pigmento de interferencia. Son las que producen los llamados "acabados metálicos", "acabados perlados" y "acabados metálicos-perlados".

IRIS-ATR: Herramienta o accesorio que se coloca en la cámara de muestra de un espectrómetro infrarrojo y que permite realizar el proceso de contacto directo para análisis en infrarrojo por reflectancia total atenuada.

Micro-ATR: Herramienta o dispositivo que se coloca bajo el objetivo del microscopio infrarrojo y que permite realizar el proceso de contacto directo para análisis en infrarrojo por micro-reflectancia total atenuada.

Perlescente o perlado: Efecto óptico de reflexión y refracción de la luz sobre la superficie de un vehículo debido a la presencia de hojuelas con brillo perlado en el acabado externo, lo que ocasiona variaciones en la tonalidad del color, dependiendo de la incidencia de la luz sobre la superficie.

Pintura: Recubrimiento que posee color. Es un pigmento en suspensión en un vehículo (ejemplo aceite de linaza o barniz), que al depositarse sobre un objeto sólido se endurece, recubriéndolo y dándole una coloración característica.

Reflexión: Técnica de análisis por espectroscopia infrarroja en la cual la muestra es colocada en una superficie en que incide el haz infrarrojo, de tal forma que parte de esta radiación es absorbida por la muestra y otra parte es reflejada para llegar al detector.

Vehículo: Medio de transporte de personas o cosas. Para efectos de este PON incluye automóviles, camiones, motos, cuadraciclós, bicicletas, lanchas, avionetas, etc.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 20 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

14 Anexos

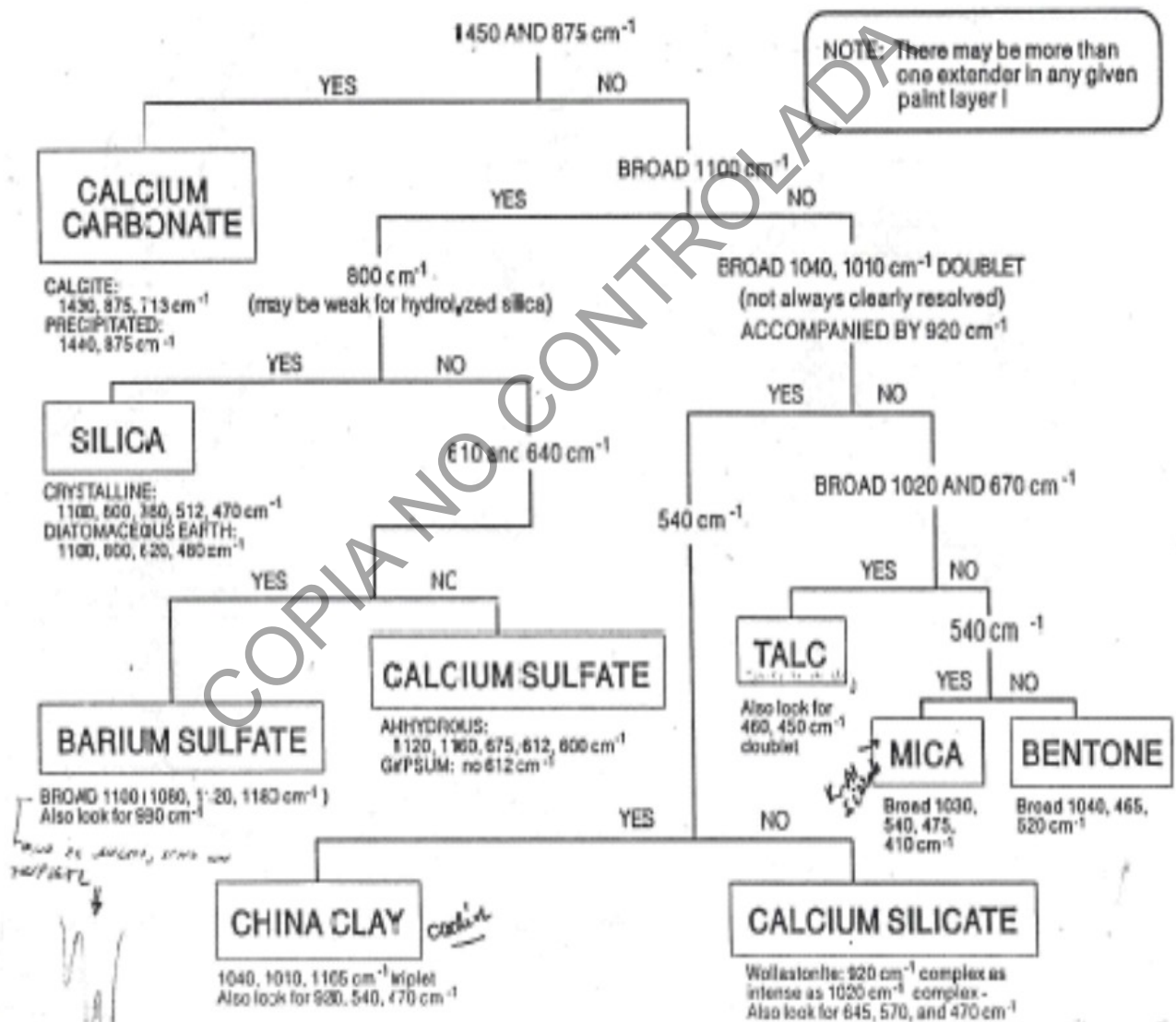
No. de Anexo	Nombre del Anexo
01	Esquema de clasificación de extendedores de uso automotriz
02	Esquema de clasificación de resinas de pintura de uso automotriz
03	Limpieza de portaobjetos
04	Ámbito de señales características, para 6 diferentes tipos de resinas de uso automotriz más comunes.

COPIA NO CONTROLADA

ANEXO NÚMERO 01

Esquema de clasificación de extendedores de uso automotriz

PAINT EXTENDER INFRARED CLASSIFICATION FLOW CHART



Tomado de: 7.2. Ryland, S. G., 'Infrared Microspectroscopy of Forensic Paint Evidence', in Practical Guide to Infrared Microspectroscopy, Humecki, H. J. (Ed.), Marcel Dekker, New York, 1995, pp. 163-243.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 23 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

ANEXO NÚMERO 03

Limpieza de portaobjetos.

1. Seleccione el grupo de portaobjetos a limpiar.
2. Lave cada portaobjeto con jabón para cristalería y agua del grifo.
3. Seque cada portaobjeto con papel toalla.
4. Lave nuevamente cada portaobjeto aplicando etanol. Luego de 5 minutos aproximadamente proceda con el secado con papel toalla.
5. Lave finalmente cada portaobjeto aplicando acetona. Luego de 5 minutos aproximadamente proceda con el secado con papel toalla.
6. Coloque todos los portaobjetos limpios dentro de un pliego de papel toalla donde permanecerán hasta ser utilizados.

COPIA NO CONTROLADA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 24 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPÍA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

ANEXO NÚMERO 04

Ámbito de señales características, para 6 diferentes tipos de resinas de uso automotriz más comunes.

Cuadro 4.1. Ámbito de señales características obtenido por análisis con micro-ATR para 6 diferentes tipos de resinas de uso automotriz.

Tipo de resina o mezcla de resinas	Ámbito de frecuencias características / cm ⁻¹
Esmalte melamina – acrílico	805 – 818 1544 – 1552 1126 – 1183
Esmalte acrílico – uretano	1677 – 1691 1517 – 1534 1452 – 1462 1228 – 1244 1125 – 1162
Laca nitrocelulosa	1635 – 1654 1273 – 1280 819 – 852
Laca acrílica	1227 – 1246 1137 – 1150 737 – 755
Esmalte epóxico	1503 – 1508 823 – 827 1603 – 1608 1179 – 1181
Esmalte alquídico	1210 – 1290 1107 – 1126 1062 – 1071

Tomado de: Informe de validación 004-FIS-VAL-2020.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORENSES	VERSIÓN 06	PAGINA: 25 de 25
ANÁLISIS DE PINTURA POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJA CON TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)	P-DCF-ECT-FIS-34	

Cuadro 4.2. Ámbito de señales características obtenido por análisis con IRIS-ATR para 6 diferentes tipos de resinas de uso automotriz.

Tipo de resina o mezcla de resinas	Ámbito de frecuencias características / cm⁻¹
Esmalte melamina – acrílico	812 – 816 1541 – 1551 1139 – 1173
Esmalte acrílico – uretano	1682 – 1693 1525 – 1539 1444 – 1469 1225 – 1245 1121 – 1173
Laca nitrocelulosa	1640 – 1651 1274 – 1281 829 – 846
Laca acrílica	1233 – 1244 1130 – 1165 743 – 752
Esmalte epóxico	1505 – 1508 825 – 828 1602 – 1608 1176 – 1183
Esmalte alquídico	1243 – 1285 1111 – 1125 1057 – 1078

Tomado de: Informe de validación 003-FIS-VAL-2022.