

**INFORME DE  
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA  
LM-AT-15-07**

**LABORATORIO DE PINTURAS DE LA  
SUBDIRECCIÓN DE GEOTECNIA Y MATERIALES DEL  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES**

**“EJECUTOR DE ENSAYOS A LAS PINTURAS UTILIZADAS EN EL  
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL DE RUTAS NACIONALES”**

**JULIO 2007**

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. Potestades .....	4
2. Objetivo de la auditoría .....	4
3. Alcances y objetivos de la auditoría .....	5
4. Marco teórico .....	6
4.1. Generalidades de control de calidad en proyectos de obra vial .....	6
5. Antecedentes .....	8
5.1. Metodología de la auditoría técnica .....	11
6. Hallazgos y observaciones de la auditoría técnica.....	12
6.1. Hallazgos .....	12
6.2. Observaciones .....	27
7. Conclusiones.....	28
8. Recomendaciones .....	30
Anexos .....	32
Anexo 1 .....	33
Anexo 2 .....	35
Anexo 3 .....	38

**ÍNDICE DE CUADROS**

	Página
Cuadro 1. Factores que deben ser controlados en el proceso de demarcación vial horizontal.....	9
Cuadro 2. Resumen de licitaciones de proyectos de señalamiento horizontal con pintura y colocación de captaluces adjudicadas.....	10
Cuadro 3. Errores de medición estimados para la balanza electrónica marca Ohaus modelo Explorer.....	17
Cuadro 4. Errores de medición estimados para la balanza electrónica marca Ohaus modelo Analytical Plus.....	17
Cuadro 5. Ensayos que efectúa el Laboratorio de pinturas del MOPT de acuerdo con el equipo disponible .....	25
Cuadro 6. Ensayos más importantes que se realizan a las pinturas puras y mezcladas. ....	25
Cuadro 7. Precios aproximados de algunos equipos que se utilizan en los ensayos de calidad a las pinturas.....	34

**AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA AL LABORATORIO DE  
PINTURAS DE LA SUBDIRECCIÓN DE GEOTECNIA DEL  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES**

**“Ejecutor de los ensayos a las pinturas usadas en los proyectos de  
señalamiento horizontal de rutas nacionales”**

## **1. POTESTADES**

La auditoría técnica externa a los procesos, controles, laboratorios, proyectos e instituciones públicas que efectúan sus labores en las rutas nacionales, se realiza de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales de y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

De manera adicional, el proceso de auditoría se respalda en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril de 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

*“... la fiscalización que realiza la Universidad de Costa Rica a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgo de esa red. La cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.”* (El subrayado no es del texto original)

## **2. OBJETIVO DE LA AUDITORÍA**

El objetivo de esta auditoría es realizar una evaluación general de las instalaciones, equipos de medición y ensayo y el personal, entre otros, del Laboratorio de Pinturas de la Subdirección de Geotecnia del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (Laboratorio de Pinturas del MOPT), durante las actividades de ensayos de calidad realizados a las pinturas que se utilizan en los Proyectos de Señalamiento Horizontal de Rutas Nacionales (Proyectos de Demarcación Vial).

### 3. ALCANCES Y OBJETIVOS DE LA AUDITORÍA

Evaluar aspectos generales del Laboratorio de Pinturas del MOPT tales como condición de las instalaciones físicas, aspectos de control, calibración, mantenimiento y comprobaciones intermedias de los equipos de medición y ensayo, así como la documentación utilizada para el control de las diversas actividades realizadas dentro de las instalaciones del laboratorio.

En los documentos contractuales (carteles, contratos, addendas, entre otros) de los proyectos de demarcación vial horizontal, no se han definido las responsabilidades relativas a las actividades de calidad que se deben realizar a las pinturas utilizadas en dichos proyectos. Entre estas omisiones se encontró que no se ha establecido cuál es el ente responsable de ejecutar la verificación de las actividades de calidad. Actualmente, el laboratorio de pinturas realiza ensayos a las pinturas que serán utilizadas en los proyectos de demarcación vial horizontal.

Debido a este vacío, esta auditoría estima que no es aplicable la normativa contractual que se establece en los documentos de prevalencia<sup>1</sup>. Por esta razón, para el desarrollo de esta auditoría se utiliza como referencia los conceptos internacionales que se han establecido como buenas prácticas de laboratorio y la norma INTE ISO/IEC 17025:2005 considerando aquellos que están más relacionados con la parte técnica y documental, sin ahondar en aspectos propios administrativos y de organización del laboratorio de pinturas.

Además, se indican apartados de algunos documentos de la legislación nacional vial que serían aplicables en el caso de que el Laboratorio de Pinturas del MOPT sea asignado como el encargado de la verificación de calidad.

---

<sup>1</sup> Entre otros que se señalan en el contrato:

- Cartel de licitación
- Contrato de obra pública refrendado por la Contraloría General de la República.
- Las aclaraciones y/o modificaciones a los documentos de la licitación que eventualmente pudiera emitir la Administración.
- Disposiciones Generales.
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77).
- Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes (MC-83).

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. GENERALIDADES DE CONTROL DE CALIDAD EN PROYECTOS DE OBRA VIAL**

Los proyectos de construcción de obras viales y demarcación de carreteras requieren el uso de diversos materiales para el desarrollo de estas actividades, por ello es fundamental evaluar y determinar la calidad de los materiales que son incorporados a la obra, así como también establecer el nivel de calidad de los procesos constructivos utilizados por el constructor (contratista). Con el propósito de cumplir este fin se ejecutan ensayos a los materiales en laboratorios de control de calidad y procedimientos de inspección de los procesos constructivos.

Generalmente, a nivel internacional, durante la construcción de la obra se desarrollan una serie de actividades de control de calidad por parte del constructor y como contraparte de este proceso de control de calidad, el dueño de la obra (en la mayoría de los casos el Estado) lleva a cabo un proceso de verificación de la calidad.

En conjunto con estos procesos, se define usualmente un modelo de análisis estadístico (denominado “Pago de obra realizada en función de la calidad”) para determinar la calidad alcanzada por los materiales incorporados a la obra y los procesos constructivos, con el propósito de precisar la correspondiente liquidación del monto estimado por obra ejecutada por el contratista.

#### **4.1.1 Control de calidad**

El control de calidad es una labor realizada por el contratista con el propósito de determinar el nivel de calidad y de cumplimiento de los materiales y procesos constructivos, con respecto a un parámetro o especificación establecida en el contrato del proyecto o en la normativa nacional o internacional, mediante todos aquellos ensayos de laboratorio y supervisión de los procesos empleados necesarios para controlar y corregir la producción o proceso constructivo.

#### **4.1.2 Verificación de calidad**

La verificación de la calidad la ejerce el dueño de la obra, que en la mayor parte de los casos es el Estado o una dependencia gubernamental, y consiste en ejecutar aquellos ensayos de laboratorio y procedimientos de inspección de los procesos constructivos necesarios para determinar si el producto recibido cumple con las especificaciones de calidad definidas contractualmente, y decidir si éste

debe ser aceptado, rechazado o pagado a un precio reducido según sea su nivel de calidad.

#### **4.1.3 Laboratorio de ensayo**

Los ensayos necesarios para el desarrollo de las actividades de control y/o la verificación de calidad establecidas contractualmente, deben ser realizados en laboratorios que demuestren su competencia técnica<sup>2</sup> (instalaciones, equipos de medición y ensayo, personal, capacidad instalada, entre otros) mediante los mecanismos que se consideren adecuados, ya sea implementando un sistema de gestión de calidad bajo la normativa INTE ISO/IEC 17025:2005 o adoptando un sistema de Buenas Prácticas de Laboratorio. En el primer caso los laboratorios pueden optar posteriormente por la acreditación de los ensayos que se realicen bajo el sistema de gestión de calidad, obteniendo el reconocimiento por parte de una organización externa.

Las prácticas que se acostumbran en esta materia, requieren que los laboratorios aseguren, demuestren y mantengan la capacidad para ejecutar todas las actividades de control y/o verificación de calidad, durante las diversas etapas que comprende la construcción de una obra vial, conforme a las especificaciones contractuales.

Dichos laboratorios constituyen el instrumento principal para realizar el control y/o verificación de la calidad de las obras de infraestructura vial, ya que los resultados de calidad emitidos constituyen la base para la aceptación y el pago de las obras que se realizan en los proyectos.

#### **4.1.4 Pago en función de la calidad**

Un modelo de pago en función de la calidad tiene como finalidad evaluar, analizar y determinar mediante herramientas de análisis estadístico, la calidad final y/o el grado de cumplimiento de los materiales evaluados con respecto a los parámetros definidos contractualmente, para posteriormente definir si los materiales, obras o procesos, según sea el caso, deben ser aceptados, rechazados o pagados a un precio reducido según sea su nivel de calidad.

---

<sup>2</sup> Competencia técnica es la capacidad para producir resultados de ensayo o calibraciones precisos y confiables (definición tomada de la página web del ECA)

#### **4.1.5 Acreditación de laboratorios**

La filosofía general de la certificación de procesos o acreditación de laboratorios mediante las normas ISO, consiste en que dicho proceso sea una decisión voluntaria de la institución que desee mejorar sus procesos o desempeño técnico.

Al establecerse el comercio internacional dicha práctica comienza a ser requerida, como un medio para garantizar que las instituciones u organizaciones muestran competencia para efectuar sus procesos y actividades. Tales normas están basadas en principios particulares, los cuales tienen como intención definir pautas generales para el desarrollo de las actividades propias de los laboratorios de ensayos, tales como lo son las “Buenas Practicas de Laboratorio” (BPL).

##### **4.1.5.1 Requerimiento de acreditación en Costa Rica**

En nuestro país se establece la Ley N° 8279 denominada “Sistema Nacional para la Calidad”, la cual tiene como propósito establecer el *“marco estructural para las actividades vinculadas al desarrollo y la demostración de la calidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de evaluación, de la conformidad, que contribuya a mejorar la competitividad de las empresas nacionales y proporcione confianza en la transacción de bienes y servicios”*.

Además, en dicha ley se establece que *“todas las instituciones públicas que, para el cumplimiento de sus funciones, requieren servicios de laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, entes de inspección y entes de certificación, deberán utilizar los acreditados o reconocidos por acuerdos de reconocimiento mutuo entre el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) y las entidades internacionales equivalentes. Los laboratorios estatales deberán acreditarse ante el ECA, de conformidad con el reglamento respectivo.”*

## **5. ANTECEDENTES**

Los trabajos de demarcación vial que se realizan en el país, están regidos por una serie de especificaciones y ensayos relativos al control de calidad antes y durante la aplicación de la pintura y colocación de diversos dispositivos de carretera, así como la inspección de los equipos y mano de obra. El “Manual de Especificaciones Técnicas para Señalamiento Horizontal y Vertical en las Carreteras (IT 91)” y el “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (SIECA 2000)”, indican qué elementos están sujetos a actividades de control de calidad (ver Cuadro 1) por parte del contratista, así como a actividades de verificación por parte de la Administración.



**Cuadro 1. Factores que deben ser controlados en el proceso de demarcación vial horizontal.**

Factor que debe ser controlado por el contratista y verificado por la Administración	Rango, valor o criterio de aceptación	Especificación
Calidad de la pintura	Certificados de calidad que aseguren que la pintura sea tipo TTP-115 E ó F tipo III y cumplir con las pruebas descritas en las normas federales vigentes y con las especificaciones ASTM para pintura de tránsito.	Cartel de licitación, capítulo II, sección 1.15 "Condiciones específicas".
Pintura mezclada con disolventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Porcentaje de agua no combinada</li> <li>- Porcentaje de partículas gruesas y natas</li> <li>- Razón de sangrado</li> <li>- Fineza de molino (Hegman)</li> <li>- Reflectancia direccional</li> </ul>	Cartel de licitación, capítulo II, sección 1.15 "Condiciones específicas".
Homogeneidad de colocación del espesor de la pintura	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15 milésimas de pulgada de pintura húmeda sin esferas de vidrio.</li> <li>- 28 milésimas de pulgada de pintura humedad con esferas de vidrio.</li> </ul>	Cartel de licitación, capítulo II, sección 1.18 "Condiciones específicas".
Homogeneidad en la colocación de las microesferas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantadas hasta un 60% de su diámetro.</li> <li>- 0,72 kg de microesferas por cada litro de pintura.</li> </ul>	Cartel de licitación, capítulo II, sección 1.15 y 1.8 "Condiciones específicas".
Calidad de los captaluces	- Certificados de calidad.	Cartel de licitación, capítulo II, sección 1.15 "Condiciones específicas".

Considerando las grandes sumas de dinero que se invirtieron en los proyectos de demarcación vial horizontal, a inicios del año 2007 se emitió un informe donde se evalúan específicamente las "Labores de demarcación vial horizontal: especificaciones, cartel de licitación y labores realizadas sobre la ruta nacional N°32" (LM-PI-PV-AT-06F-07). Como puntos principales, en dicho informe se establece la evidente *"falta de recursos que sufre la Administración en el campo de señalamiento horizontal. No se cuenta con equipo moderno que permita realizar verificaciones de la calidad, según lo requerido en las especificaciones vigentes."* Además se señala que *"se detectaron deficiencias en los procesos de control de calidad tanto en materiales, como durante la ejecución de las labores y en la aceptación del trabajo"*

En el Cuadro 2 se detallan las licitaciones adjudicadas y los montos asociados a proyectos de demarcación vial en distintas zonas del país. En la ley orgánica del Colegio federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA) se asigna un 3% del monto de la obra a la fiscalización y un 2% a la inspección. Por lo que aplicando este mismo concepto se podría destinar un 5% de la inversión realizada, a las actividades de verificación de calidad que incluyen instalaciones adecuadas, adquisición de equipo de laboratorio y campo, capacitación del personal, control metrológico de equipo, entre otras. De acuerdo con los montos mostrados en el Cuadro 2, se dispondría de aproximadamente a ¢ 44.500.000 para cubrir las actividades de verificación. (En el Anexo 1, a manera informativa, se presentan los precios aproximados de algunos de los equipos que se utilizan en los ensayos de pinturas)

**Cuadro 2. Resumen de licitaciones de proyectos de señalamiento horizontal con pintura y colocación de captaluces adjudicadas.<sup>3</sup>**

Licitación	Ruta o Zona	Sección	Monto	
			Colones	Dólares
Registro N° 001-2006	Radiales de la GAM			\$164.014,33
Registro N° 009-2006	Zona Norte		¢144.117.844,04	
Registro N° 026-2006	N°32 Autopista Braulio Carrillo	Santa Elena-Río Sucio	¢71.465.824,15	
Pública N° 027-2006	N°1 Autopista Bernardo Soto		¢144.972.522,90	
Registro N° 028-2006	N°2, Autopista Florencio del Castillo		¢76.706.753,46	
Registro N° 029-2006	N°27, Autopista Próspero Fernández		¢54.264.013,05	
Registro N° 06-2007	N°2, Carretera Interamericana Sur	La Lima-San Isidro Pérez Zeledón	¢267.721.429,74	
Registro N° 037-2006	N°3	Manolos-San Mateo	¢ 47.356.791,09	
<b>Total</b>			<b>¢ 806.605.178,43</b>	<b>\$ 164.014,33</b>

Fuente: Adjudicaciones publicadas en la Gacetas No. 111 del 9 de junio de 2006, No. 152 del 9 de agosto de 2006, No. 216 del 10 de noviembre de 2006, No. 220 del 16 de noviembre de 2006, No. 25 del 8 de febrero de 2007

<sup>3</sup> Todas las licitaciones fueron adjudicada al consorcio conformado por las empresas JL Señalización y Arquitectura S.A., M y P Obras Civiles S.A., Horizontes de Vías y Señales de Centroamérica S.A., Publivías S.A., Servicios de Señalamiento Vial S.A. y Bela Consultores.

## 5.1. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Las actividades desarrolladas por el equipo auditor consisten en visitar las instalaciones del laboratorio de pinturas en donde se realizan las actividades de ensayo de verificación de calidad de los materiales; realizar entrevistas al personal relacionado con estas actividades y revisar la documentación que respalda las actividades y los procedimientos aplicados por el laboratorio para ejecutar las labores de verificación. Además, se realiza una evaluación del estado general de las instalaciones del laboratorio y del equipo de medición y ensayo, entre otros, según se requieran.

De conformidad con los procedimientos de auditoría, para la emisión de este informe se consideraron factores tales como: aspectos de control, calibración, mantenimiento y comprobaciones intermedias de los equipos de medición y ensayo, condición de las instalaciones físicas para realizar las actividades de verificación de la calidad, así como la documentación requerida para el control de las diversas actividades realizadas dentro de las instalaciones del laboratorio y en el campo.

La evidencia recopilada por el equipo de auditores del LanammeUCR se efectuó durante las visitas realizadas a las instalaciones del laboratorio de pinturas del MOPT, según se detalla a continuación:

<b>Laboratorio auditado:</b>	Laboratorio de Pinturas del MOPT
<b>Lugar de la visita:</b>	Plantel Central del MOPT, Plaza Víquez
<b>Director subdirección de geotecnia y materiales</b>	Ing. Aníbal Sanabria Valverde.
<b>Jefe de laboratorio</b>	Ing. Benjamín Sandino González.
<b>Supervisor de procesos</b>	Ing. Chris Muñoz Cardoza.
<b>Gestor de calidad</b>	Ing. Rodrigo Ulloa.
<b>Auditores encargados por LanammeUCR:</b>	Ing. Víctor Cervantes Calvo Ing. Ellen Rodríguez Castro Ing. José Pablo Sibaja Saborio
<b>Días de las visitas:</b>	7 y 13 de febrero de 2007.

## **6. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA**

Todos los hallazgos declarados por el equipo auditor en este informe de auditoría se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, sustentados en la observación de los procesos que realizó el personal del laboratorio auditado durante la visita y respaldados en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado, la recolección y análisis de evidencias y en caso de ser necesario, con las mediciones realizadas a los equipos de medición y ensayo.

### **6.1. HALLAZGOS**

#### **6.1.1 Sobre las condiciones ambientales del laboratorio**

**Hallazgo N° 1: Las condiciones ambientales el laboratorio durante los procesos de ensayo no se controlan, monitorean ni registran.**

Durante la visita del equipo auditor a las instalaciones del laboratorio de pinturas, se evidenció que existen aspectos generales que eventualmente podrían incidir en las condiciones ambientales, lo cual podría afectar los resultados de los ensayos que se efectúan en dichas instalaciones. Algunas de las condiciones se describen a continuación:

- No se controlan, monitorean ni registran las condiciones ambientales prevalecientes durante la ejecución del ensayo, como la temperatura y la humedad, entre otras.
- Dicho laboratorio no cuenta con un sistema aire acondicionado y/o deshumificador, que permita mantener y controlar la temperatura ambiental y las condiciones de humedad, tal como se especifica en los procedimientos de ensayo.

El no considerar ni controlar las condiciones ambientales durante los procesos de ensayo que así lo estipulen, puede poner en riesgo la calidad de los resultados derivados de dicho proceso.

A continuación se indican los apartados de la norma INTE ISO/IEC 17025:2005 que son aplicables a lo descrito en este hallazgo:

- Apartado 5.3.2 *“El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales según lo requieran las*

*especificaciones, métodos y procedimientos correspondientes, o cuando estas puedan influir en la calidad de los resultados. ...”*

Con relación a lo descrito en este hallazgo, en materia vial aplica:

- Disposición vial SC-03-2001, inciso d del apartado 5.1 “Plan de control de calidad”.

### **6.1.2 Sobre los equipos de medición y ensayo**

**Hallazgo N° 2: Se evidenció la falta de mecanismos que permitan corroborar y controlar las características físicas de los equipos de medición y ensayo.**

El equipo auditor constató que el laboratorio no ha establecido mecanismos para verificar que los equipos de medición y ensayo, cumplan y mantengan las características que se especifican en las normas de ensayo, tampoco ha generado políticas y procedimientos para tal fin; entre los casos que esta auditoría evidenció se encuentran:

- El termómetro utilizado en el ensayo de viscosidad no cumple con la precisión indicada en el método de al menos de 0,2 °C debido a que la precisión del termómetro que se utiliza es de 0,5 °C.
- Según se especifica en el procedimiento de ensayo de tiempo de secado, la masa del cilindro debe ser de  $5386 \pm 28$  g, de acuerdo con lo declarado por el personal auditado al adquirir el equipo, únicamente se comprobó que la masa del cilindro cumpliera con lo requerido cuando se adquirió el equipo y no se han practicado comprobaciones adicionales.
- Aunado al punto anterior se debe considerar además, que el cilindro y la rampa no cuentan con registros que demuestren que fueron sometidos a actividades de comprobación de características físicas (altura, longitud, diámetro, entre otras) que se especifican en la norma de referencia.

Las buenas prácticas de laboratorio recomiendan que las características físicas para los equipos medición y ensayo especificadas en las normas de referencia, sean corroboradas antes de que los equipos entren en operación y que controle su variación potencial debido al uso y/o al desgaste al que se ven sometidos los mismos.

Referente a lo indicado en la norma INTE ISO/IEC 17025:2005 y en materia vial, los apartados que se adaptan a lo descrito en este hallazgo se citan a continuación:

- Apartado 5.5.2 *“Los equipos y su software utilizado para los ensayos, las calibraciones y el muestreo deben permitir lograr la exactitud requerida y deben de cumplir con las especificaciones pertinentes para los ensayos o las calibraciones concernientes. .... ”*
- Disposición vial SC-03-2001, inciso c del apartado 5.1 “Plan de control de calidad”.
- Disposición vial AD-02-2001, apartado 3.5 “Laboratorio de control de calidad”.

Asimismo, son aplicables las siguientes normas de ensayo:

- ASTM D 562 “Consistencia de las pinturas medidas en unidades Krebs usando el viscosímetro tipo stormer”
- ASTM D 711 “Tiempo de caso de pinturas de tránsito”.

### **6.1.3 Sobre el control metrológico de los equipos**

**Hallazgo N° 3: Se detectó que el laboratorio carece de políticas y procedimientos para el control metrológico de los equipos de medición y ensayo.**

Durante la entrevista al personal del laboratorio, el equipo auditor evidenció que el laboratorio no ha establecido políticas y procedimientos para el control metrológico (calibración, comprobación intermedia, mantenimiento preventivo, entre otras) de los equipos de medición y ensayo utilizados en los ensayos de calidad a las pinturas. Como ejemplo de esta situación se puede citar que:

- No se aportó evidencia documental que demuestre que se haya establecido un programa de control metrológico de equipos que incluya calibración, comprobaciones intermedias, comparaciones, caracterizaciones térmicas (mapeos), mantenimiento preventivo, entre otros.
- No se observó evidencia que permita afirmar que todos los equipos de medición y ensayo instalados en el laboratorio, hayan sido sometidos o se mantengan bajo actividades periódicas de control metrológico, debido a que los equipos no cuentan con las respectivas etiquetas que demuestran la actividad de calibración o que identifique su estado metrológico. Además, no se mostraron certificados de calibración que demuestren tales

actividades, solamente el viscosímetro cuenta con información de la fecha de la comprobación realizada y de la próxima comprobación.

- Se presentó un documento que corresponde a los resultados de una actividad de comprobación del viscosímetro digital marca Thomas modelo stormer, número de patrimonio 23056 MOPT. Dicho documento está constituido por varias hojas sueltas sin numeración, en ninguna se detalla la identificación del equipo al que se le hizo la comprobación ni la fecha de toma de datos, lo cual no permite establecer la adecuada trazabilidad que lo relacione con las otras hojas del documento. Debido a esto, el documento no puede ser considerado como un respaldo confiable de la actividad de comprobación.

En las buenas prácticas de laboratorio se especifican los requisitos básicos de funcionamiento de los equipos en donde se establece que la documentación debe incluir las características principales de cada uno de los equipos (marca, número de serie, capacidad, estado metrológico, entre otras) y especificar la periodicidad de las actividades metrológicas (calibración, comprobación intermedia, mantenimiento preventivo, entre otras) que se debe aplicar para cada equipo.

Establecer, cumplir y mantener activo un programa y registro de las actividades metrológicas (calibración, mantenimiento de equipos, comprobación, entre otras) permite al laboratorio y al personal de gestión de calidad controlar, monitorear y asegurar, que los equipos de medición y ensayo se encuentran en condiciones metrológicas controladas para garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Seguidamente se detallan los apartados de la norma INTE ISO/IEC 17025:2005 que se ajustan a lo descrito en este hallazgo:

- Apartado 5.5.2 *“... Se deben de establecer programas de calibración para las magnitudes o los valores esenciales de los instrumentos cuando dichas propiedades afecten significativamente a los resultados. ...”*
- Apartado 5.5.8 *“Cuando sea posible, todos los equipos bajo el control del laboratorio que requieran una calibración, deben ser rotulados, codificados o identificados de alguna manera para indicar el estado de calibración, incluida la fecha en la que fueron calibrados por última vez y su fecha de vencimiento o el criterio para la próxima calibración”*
- Apartado 5.5.10 *“Cuando se necesiten comprobaciones intermedias para mantener la confianza en el estado de calibración de los equipos, éstas se deben efectuar según un procedimiento definido”*

De acuerdo a lo puntualizado en este hallazgo, en materia vial aplica:

- Disposición vial SC-03-2001, inciso c del apartado 5.1 “Plan de control de calidad”.
- Disposición vial AD-02-2001, apartado 3.5 “Laboratorio de control de calidad”

Adicionalmente, la normativa internacional de ensayos que se refiere a lo establecido en este hallazgo es:

- ASTM D 562 “Consistencia de las pinturas medidas en unidades Krebs usando el viscosímetro tipo stormer”,
- ASTM D 711 “Tiempo de caso de pinturas de tránsito”,
- ASTM D 968 “Resistencia a la abrasión de recubrimientos orgánicos por caída de abrasivos”
- ASTM D 1475 “Peso por galón”.

**Hallazgo N° 4: Las balanzas y hornos utilizados en los ensayos de pinturas, muestran una desviación con respecto a las características técnicas mínimas establecidas en las normas de ensayo.**

En las visitas realizadas los días 7 y 13 de febrero de 2007, el equipo auditor realizó un proceso de medición en las balanzas electrónicas y el horno que se utilizan en la realización de los ensayos. Derivado del análisis de las mediciones se concluye que estos equipos presentan una desviación respecto a las características técnicas mínimas establecidas en las normas de ensayo y recomendaciones del fabricante debido a las siguientes razones:

- Al realizar un proceso de comparación de masas<sup>4</sup> a la balanza electrónica marca Ohaus, modelo Explorer, número de serie F0251119492304, número de patrimonio 391460 MOPT con una capacidad de 6100 g y una resolución de 0,1 g, mediante el cual se determinan los errores de medición que se muestran en el Cuadro 3. Según el fabricante el mayor error permitido<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> El proceso de comprobación de masa se realiza con juego de masas patrón identificado como MP-005, con calibración vigente cuyo certificado de calibración responde a la identificación Lacomat 09090306.

<sup>5</sup> Información tomada del manual del fabricante “Ohaus Corporation”, para un modelo similar al comparado.



para este equipo es de  $\pm 0,2$  g de acuerdo con las especificaciones para comprobación de linealidad.

**Cuadro 3. Errores de medición estimados para la balanza electrónica marca Ohaus modelo Explorer**

Masa Real	Masa Leída	Error de medición	Diferencia porcentual con respecto al error permitido
500 g	498,94 g	1,06 g	430%
1500 g	1496,83 g	3,17 g	1485%
3500 g	3492,60 g	7,40 g	3600%

- Al realizar un proceso de comparación de masa<sup>6</sup> a la balanza electrónica marca Ohaus, modelo Analytical Plus, número de serie 1122273555 número de patrimonio 2694 CONAVI con una capacidad de 210 g y una precisión de 0,0001 g, mediante el cual se logró determinar los errores de medición que se muestran en el Cuadro 4. Según el fabricante el mayor error permitido<sup>7</sup> para este equipo es de  $\pm 0,0002$  g de acuerdo con las especificaciones para comprobación de linealidad.

**Cuadro 4. Errores de medición estimados para la balanza electrónica marca Ohaus modelo Analytical Plus**

Masa Real	Masa Leída	Error de medición	Diferencia porcentual con respecto al error permitido
20 g	20,0008 g	0,0008 g	300%
70 g	70,0024 g	0,0024 g	1100%
170 g	170,0052 g	0,0052 g	2500%

- El horno marca Quince Lab, modelo 20 GC lab Oven, número de serie 9703334, número de patrimonio 386242 MOPT, utilizado en los ensayos de pintura, no garantiza que cumpla ni que opere con las características técnicas de estabilidad de temperatura en el tiempo y de homogeneidad de

<sup>6</sup> El proceso de comprobación de masa se realiza con juego de masas patrón identificado como MP-005, con calibración vigente cuyo certificado de calibración responde a la identificación Lacomat 09090306.

<sup>7</sup> Información tomada del manual del fabricante "Ohaus Corporation", para un modelo similar al comparado.

temperatura en el volumen de trabajo establecidas en las normas de ensayo de referencia, en cuanto a:

- La precisión de temperatura especificada en las normas de referencia es 105 °C para el ensayo de contenido de pigmento y 110 °C para el ensayo de peso unitario.
- Los límites permisibles de variación de temperatura establecidos en las normas de ensayo de contenido de pigmento es de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- La distribución homogénea de temperatura en el espacio interno.
- La capacidad para mantener la temperatura dentro de los límites permisibles en el tiempo.

Por lo que al hacer un análisis estadístico de los resultados de las mediciones de temperatura efectuadas por esta auditoría<sup>8</sup> y calcular la estimación de la incertidumbre expandida, a un 95% de confianza, se determina que el equipo presenta una fluctuación de temperatura de 3,2 °C durante el tiempo en que el equipo auditor realizó mediciones de temperatura.

- El horno marca Quince Lab, modelo 20 GC lab oven, número de serie 9703335, número de patrimonio 386241 MOPT, utilizado en los ensayos de pintura, no garantiza que cumpla y opere con las características técnicas de estabilidad de temperatura en el tiempo y de homogeneidad de temperatura en el volumen de trabajo establecidas en las normas de ensayo de referencia, en cuanto a:
  - La precisión de temperatura especificada en las normas de referencia es 105 °C para el ensayo de contenido de pigmento y 110 °C para el ensayo de peso unitario.
  - Los límites permisibles de variación de temperatura establecidos en las normas de ensayo de contenido de pigmento es de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .
  - La distribución homogénea de temperatura en el espacio interno.

---

<sup>8</sup> La caracterización de temperatura (mapeo) se realizó el día 13 de febrero de 2007 durante un periodo de tiempo de 1 hora con una termocupla de registro automático de datos de doble entrada (identificada como TD-017), en intervalos de 1 min y cuya calibración está vigente con certificado de calibración identificado como Lacomat 10810206.

- La capacidad para mantener la temperatura dentro de los límites permisibles en el tiempo.

Por lo tanto al hacer un análisis estadístico de los resultados de las mediciones de temperatura efectuadas por esta auditoría<sup>9</sup> y calcular la estimación de la incertidumbre expandida a un 95% de confianza, se determina que el equipo presenta una fluctuación de temperatura de 14,3 °C durante el tiempo en que el equipo auditor realizó mediciones de temperatura.

La ausencia de un programa de control metrológico que permita mantener y controlar las condiciones de operación del equipo de medición y ensayo, puede generar resultados poco confiables que comprometan la validez técnica de éstos, y como consecuencia afectar las decisiones de aceptación y/o rechazo de los materiales que se están ensayando.

Es fundamental definir políticas y procedimientos que permitan establecer la capacidad, sensibilidad y precisión del equipo para cumplir las condiciones técnicas definidas en una determinada norma de ensayo, de modo que se garantice que la temperatura en el área de trabajo dentro de la cámara interna, mantenga una estabilidad de temperatura en el tiempo y muestre homogeneidad de temperatura en el volumen de trabajo.

A continuación se mencionan los apartados de la norma INTE ISO/IEC 17025:2005 que son aplicables a lo referido anteriormente:

- Apartado 5.5.2 *“Los equipos y su software utilizado para los ensayos, las calibraciones y el muestreo deben permitir lograr la exactitud requerida y deben de cumplir con las especificaciones pertinentes para los ensayos o las calibraciones concernientes. .... ”*

En las diferentes disposiciones en cuanto a materia vial se refiere, se aplica:

- Disposición vial SC-03-2001, inciso c del apartado 5.1 “Plan de control de calidad”.
- Disposición vial AD-02-2001, apartado 3.5 “Laboratorio de control de calidad”.

---

<sup>9</sup> La caracterización de temperatura (mapeo) se realizó el día 07 de febrero de 2007 durante un periodo de tiempo de 1 hora con una termocupla de registro automático de datos (identificada como TD-017), en intervalos de 1 min y cuya calibración está vigente con certificado de calibración identificado como Lacomat 10810206.

En lo que se refiere a normas internacionales, se encuentran:

- Normas de ensayo ASTM D 968 “Resistencia a la abrasión de recubrimientos orgánicos por caída de abrasivos”, “Peso por galón” ASTM D 1475 y normas federales método estándar 141-4250 “Color de recubrimientos pigmentados” y 141-6191 “Resistencia a la abrasión”

#### **6.1.4 Sobre la documentación**

**Hallazgo N° 5: Los documentos utilizados para registrar la información durante la realización de los ensayos, no garantizan la trazabilidad de los resultados obtenidos.**

Durante las visitas realizadas a las instalaciones, se pudo observar que los documentos utilizados para el registro de: la información general, los resultados obtenidos en los ensayos y cálculos intermedios, consisten en formularios impresos en hojas sueltas, los cuales carecen de identificación única o numeración continua que permita mantener un control y trazabilidad de los mismos, tal y como se puede observar en el detalle de la Fotografía 1.

Las buenas prácticas de laboratorio utilizadas internacionalmente, recomiendan que el registro de los resultados que se obtienen de los ensayos debe ser oportuno, veraz y completos y realizarse en bitácoras foliadas o registros numerados. Esto permite garantizar la trazabilidad de la información, para asegurar así su validez técnica, de modo que no se pueda cuestionar la rigurosidad del registro de la información relevante del proceso de control de calidad. De esta manera se reduce la posibilidad de pérdida o alteración de información o confusión que pueda afectar la confiabilidad de los resultados.

Bitacora de registro de resultados de ensayos realizados a pintura de demarcacion vial.

Analisis de Pintura de Tránsito

7 2 2007

a.

	Sudirección de Geotecnia y Materiales	Bitacora de registro de resultados de ensayos realizados a pintura de demarcacion vial.	Version 1.0
	Dirección de Ingeniería	Departamento de Pinturas-Concretos-Agregados	Rige desde 1/11/05

Análisis de Pintura de Tránsito

b.

**Fotografía 1. a.** Hoja de registro de los resultados de ensayo. **b.** Detalle del encabezado de la hoja de registro de los resultados (obsérvese la carencia de numeración continua)

En cuanto a lo establecido en la norma INTE ISO/IEC 17025:2005 y las disposiciones en materia vial, para el hallazgo en cuestión aplican los apartados siguientes:

- Apartado 4.13.2.1 *“El laboratorio debe conservar, por un periodo determinado, los registros de las observaciones originales, de los datos derivados y de información suficiente para establecer un protocolo de control, los registros de calibración, los registros del personal y una copia de cada informe de ensayos o certificado de calibración emitido. ...”*
- Disposición vial SC-02-2001, apartado 4.3.3

**Hallazgo N° 6:** La documentación que se utiliza como referencia para la ejecución de los ensayos no considera toda la información relevante.

Durante la etapa de ejecución de los ensayos, se evidenció que la documentación de consulta de los procedimientos de ensayo, correspondía a un resumen del

proceso de ensayo o a la norma de referencia en idioma inglés (ver Fotografía 2), lo cual podría omitir aspectos relevantes tales como:

- Especificaciones de las características físicas y técnicas de los equipos de medición y ensayo
- Rango de medición y capacidad requerida de los equipos
- Precisión de los equipos
- Procesos importantes del procedimiento de ensayo que se omitan en el resumen del proceso de ensayo.
- Realizar ensayos de repetibilidad y reproducibilidad para determinar variación entre resultados de ensayo de una misma muestra para demostrar que el ensayo es consistente
- Especificar los datos que deben ser registrados tales como resultados intermedios, condiciones ambientales, observaciones, entre otros.
- Reporte completo de los resultados (cifras significativas, precisión, incertidumbre, entre otros)
- Realizar una correcta interpretación de la norma en inglés al idioma español, de un proceso o conceptos fundamentales, para reducir la posibilidad de que sea comprendida de diversas formas por diferentes usuarios.

Según las buenas prácticas de laboratorio los documentos que describen un procedimiento de un ensayo deben de ser completos, detallados y especificar todas aquellas condiciones que podrían invalidar los resultados de ensayos, entre otros, los puntos citados anteriormente.

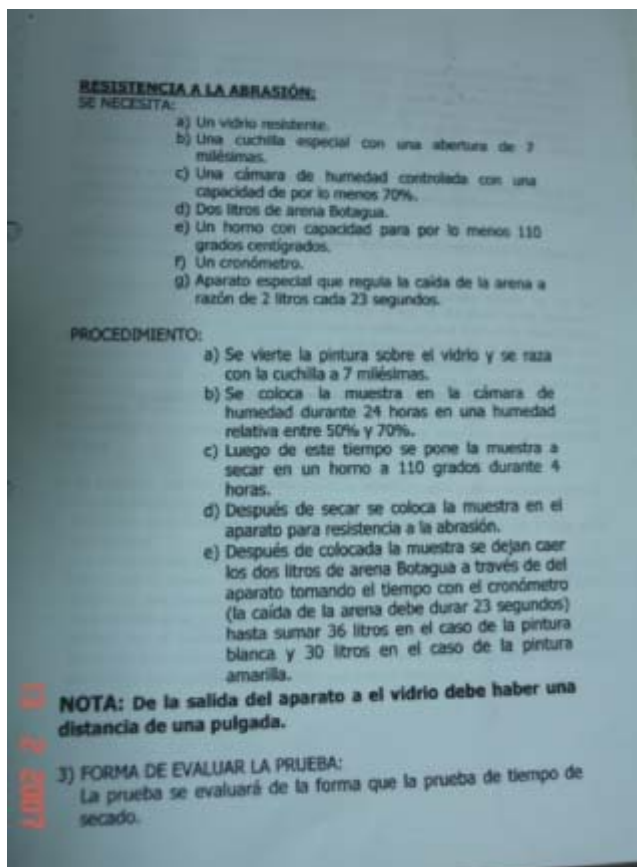
De acuerdo a lo puntualizado en este hallazgo, los apartados de la norma INTE ISO/IEC 17025:2005 detallan:

- Apartado 5.4.1 *“...El laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos o las calibraciones dentro de su alcance...”*
- Apartado 5.4.1 *“...El laboratorio debe tener instrucciones para el uso y funcionamiento de todo el equipamiento pertinente, y para la manipulación y la preparación de los ítems a ensayar o a calibrar, o ambos, cuando la*

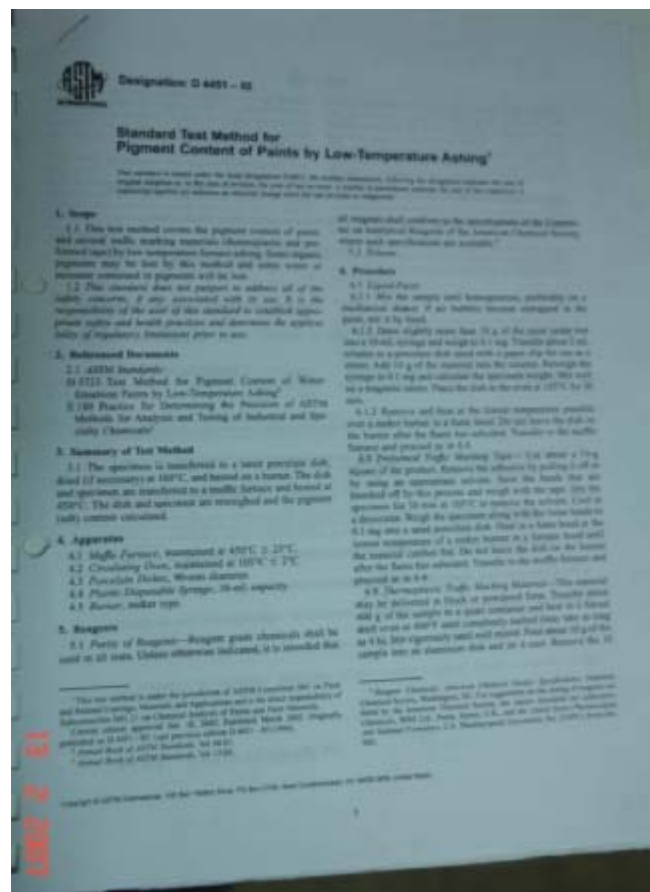
*ausencia de tales instrucciones pudieran comprometer los resultados de los ensayos o de las calibraciones... ”*

Adicionalmente, en materia vial las disposiciones que se refieren a este hallazgo señalan:

- Disposición vial SC-03-2001, apartado 5.1 “Plan de control de calidad” inciso d.
- Disposición vial AD-02-2001, apartado 3.5 “Laboratorio de control de calidad”.



a.



b.

**Fotografía 2.** Documentación de consulta de los procedimientos de ensayo.  
a. Instructivo de ensayo utilizado en el laboratorio b. Procedimiento de ensayo en idioma inglés

### **6.1.5 Sobre la capacidad instalada**

**Hallazgo N° 7: El equipo de medición y ensayo que posee el laboratorio de pinturas no le permite abarcar todos los ensayos descritos en la normativa de referencia<sup>10</sup>.**

En las visitas realizadas a las instalaciones del laboratorio de pinturas y con base en las entrevistas al personal auditado, esta auditoría determinó que con los equipos de medición y ensayo que dispone dicho laboratorio, únicamente se está en capacidad de realizar ocho ensayos de calidad a las pinturas utilizadas en los proyectos de demarcación vial, los cuales se detallan en el Cuadro 5.

Los carteles de licitación indican en el capítulo II “Condiciones específicas”, que se deben de realizar ensayos de control de calidad y por ende de verificación, a las pinturas durante las diferentes etapas del proceso de demarcación, a saber: a la pintura recibida de fábrica, a la pintura diluida con disolventes durante el proceso de colocación y a la pintura durante su periodo de servicio. Entre los ensayos que se especifican en el “Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de las carreteras (IT 91)”, se enlistan los más importantes en el Cuadro 6.

En el anexo 3 se adjunta la norma ASTM D-2205 “Guía para la selección de ensayos a pinturas de tránsito”, donde se detalla procedimientos y normas aplicables para la evaluación de las propiedades de las pinturas que se utilizan en la demarcación horizontal

---

<sup>10</sup> En los contratos de demarcación horizontal se establece como normativa de referencia el Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de las carreteras (IT 91).



**Cuadro 5. Ensayos que efectúa el Laboratorio de pinturas del MOPT de acuerdo con el equipo disponible**

Nombre de ensayo	Especificaciones	
	ASTM	Normas federales
Viscosidad (25°C)	D 562	Método 141-4281
Peso unitario	D 1475	Método 141-4184
Tiempo de secado	D 711	-----
Sólidos totales	-----	Método 141-4021
Contenido de pigmentos	D 2371	Método 141-4021
Vehículo no volátil	D 1644	Método 141-4051
Resistencia a la abrasión a pintura amarilla	D 968	Método 141-6191
Resistencia a la abrasión a pintura blanca	D 968	Método 141-6191

**Cuadro 6. Ensayos más importantes que se realizan a las pinturas puras y mezcladas.**

Nombre de ensayo	Especificaciones	
	ASTM	Normas federales
Contenido de pigmentos	D 2371	Método 141-4021
Vehículo no volátil	D 1644	Método 141-4051
Agua no combinada	-----	Método 141-4081
Viscosidad (25°C)	D 562	Método 141-4281
Partículas gruesas y natas	D 185	Método 141-4091
Peso unitario	D 1475	Método 141-4184
Resistencia a la inmersión	D 1308	Método 141-6011
Condición en el contenedor	-----	Método 141-3011
Estabilidad a la dilución	-----	Método 141-4203
Propiedades de aspersion	-----	Método 141-2131 Método 141-4331
Formación de natas	-----	Método 141-3021
Resistencia a la abrasión	D 968	Método 141-6191
Fineza de molino Hegman	D 1210	Método 141-4411
Reflectancia direccional	D 2805	Método 141-6121
Flexibilidad y adhesión	-----	Método 141-6221
Apariencia	-----	Método 141-3011
Color de pinturas pigmentadas	-----	Método 141-4250
Tiempo de secado	D 711	-----
Estabilidad de almacenamiento	D 1309	-----
Resistencia al sangrado	D 969	-----
Sólidos totales	-----	Método 141-4021

En los oficios DVOP-1624-07-GAB del 30 de marzo de 2007 y DCV-3061-2006, emitidos por los funcionarios encargados de los proyectos de demarcación vial, exponen las limitaciones y falta de recursos que enfrenta la Administración y el laboratorio de pinturas para hacer frente a las actividades de verificación de calidad de los materiales utilizados por los contratistas en estos proyectos.

En el ámbito vial la normativa que sería aplicable es:

- Manual de especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de las carreteras (IT 91)

## 6.2. OBSERVACIONES

**Observación 1:** Se evidenció que durante la preparación de las muestras y la ejecución de los ensayos, el técnico no contaba con equipo de protección personal adecuado que le permitiera evitar la inhalación de los compuestos volátiles que forman parte de la pintura, comprometiendo su salud. El equipo de protección personal constituye un elemento importante que reduce el efecto nocivo de algunos compuestos de la pintura.

**Observación 2:** Durante la estadía dentro de las instalaciones del laboratorio, se pudo notar que los compuestos volátiles que forman parte de la pintura saturan el ambiente durante la preparación de las muestras y la ejecución de los ensayos, lo cual puede afectar la salud del técnico de laboratorio encargado de estas labores. El uso de un dispositivo mecánico (por ejemplo un extractor de aire) podría reducir la concentración en el aire de dichos compuestos y minimizar el efecto sobre la salud del personal.

**Observación 3:** Dentro de los documentos de referencia analizados por esta auditoría, se detectó que los carteles de licitación son omisos en indicar cuáles son las responsabilidades del contratista y de la Administración en el proceso de control y verificación de calidad, de manera clara y concisa. Ante esta indefinición, se constató que, el Departamento de Señalamiento Vial de Ingeniería de Tránsito realiza una serie de actividades para determinar la calidad de las pinturas, tales como recepción y almacenamiento de lotes de pinturas, solicitud de ensayos de laboratorio, selección y entrega de muestras para ensayo, recepción de resultados y aprobación de los lotes de pinturas, a pesar de que dichas acciones no están declaradas en los carteles de licitación de los proyectos de demarcación vial horizontal que están bajo a cargo del Departamento de Conservación Vial del CONAVI.

## 7. CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis de las evidencias y documentos relacionados con el funcionamiento del laboratorio de pinturas del MOPT, se concluye lo siguiente:

1. Los equipos de medición y ensayo con que cuenta el laboratorio de pinturas del MOPT actualmente, no le permiten ejecutar todos los ensayos de calidad que se establecen en la normativa nacional y especificaciones técnicas, los cuáles serían necesarios para un eventual proceso de verificación de calidad.
2. En caso de que el laboratorio de pinturas del MOPT sea el encargado de la verificación de calidad y simultáneamente varios proyectos de demarcación vial se encontraran activos, no tendría la capacidad instalada suficiente para realizar todos los ensayos a las pinturas en la totalidad de dichos proyectos.
3. Las condiciones ambientales existentes durante los procesos de ensayo no se controlan, monitorean ni registran, ni se cuentan con sistemas que permitan mantenerlas tal como se especifica en las normas de ensayo, poniendo en riesgo la confiabilidad y exactitud de los resultados de ensayo.
4. El laboratorio de pinturas del MOPT no ha establecido políticas y procedimientos que le permitan mantener implementado, de forma activa, un programa de control metrológico (calibración, comprobación intermedia, mantenimiento preventivo, entre otras) de todos los equipos de medición y ensayo con que cuenta el laboratorio.
5. Los documentos que respaldan las actividades de calibración (certificado de calibración) deben contener información específica y suficiente<sup>11</sup> para que sea considerado válido y confiable.
6. Las mediciones realizadas por la auditoría en los equipos de laboratorio (balanzas y hornos) que se utilizan en los procesos de ensayo, evidencian que dichos equipos no cumplen con lo establecido en las normas de ensayo de referencia, mostrando desviaciones en cuanto a la precisión en medición de masa, estabilidad y homogeneidad térmica, según corresponda.
7. Los procedimientos de registro de la información relevante y de los resultados de los procesos de ensayo deben asegurar la confiabilidad,

---

<sup>11</sup> Apartado 5.10.2 de la norma INTE ISO/IEC 17025:2005

trazabilidad y la validez técnica de los datos y resultados con el propósito de disminuir la potencial pérdida, alteración o confusión de los mismos.

8. No se han definido políticas y procedimientos para realizar la comprobación de las características físicas de los equipos de medición y ensayo, de acuerdo con lo que se establece en las normas de referencia.
9. Los procedimientos de ensayo utilizados por el laboratorio de pinturas del MOPT, no incluyen toda la información necesaria para la correcta ejecución de los ensayos de materiales, de manera que no comprometa la confiabilidad de los resultados. Además, no son lo suficientemente comprensibles para que puedan ser entendidos y aplicados por cualquier usuario, de forma que el ensayo del laboratorio sea reproducible y repetible, esto se concluye a partir debido de que se encontraron algunos documentos resumidos y otros en idioma inglés.

## 8. RECOMENDACIONES

Al considerar los hechos puntualizados en el presente informe de auditoría se recomienda que:

1. El MOPT asigne una cantidad mayor de recursos al laboratorio de pinturas, con el fin de que dicha entidad pueda desarrollar una participación más activa y de mayor relevancia en el proceso de verificación de calidad de las pinturas de carreteras por parte de la Administración.
2. El laboratorio de pinturas del MOPT, debe continuar con la labor realizada hasta la fecha en procura de completar el proceso de acreditación bajo la norma INTE ISO/IEC 17025:2005 del sistema de gestión de este laboratorio, proporcionándole los recursos necesarios para atender las actividades relacionadas con este proceso, tales como calibración de equipos, capacitación de personal, entre otras.
3. Es de urgente necesidad que tanto el laboratorio de pinturas, como el resto de áreas de laboratorios del MOPT, implementen en sus procesos un sistema de gestión (sistema de calidad, organización, control de la documentación, buenas practicas de laboratorio, entre otros) para garantizar la idoneidad de las instalaciones, equipos de medición y ensayo y personal, entre otros, para una adecuada ejecución de sus procesos, actividades y de los resultados emitidos por este laboratorio, de modo que sean técnicamente válidos y confiables. Lo anterior en vista de las funciones que se definen para dicho laboratorio en el nuevo modelo de “verificación de la calidad de los proyectos de Conservación Vial de la red nacional pavimentada” promovido por el CONAVI, cuyo reglamento fue publicado en la gaceta N°29 del viernes 9 de Febrero de 2007.
4. Considerando que las especificaciones establecidas en los carteles de licitación para los materiales y trabajos de demarcación horizontal, indican que éstos deben ajustarse a las “Especificaciones técnicas para señalamiento horizontal y vertical de carreteras (IT 91)” y al “Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (Sieca 2000)”, el establecer e implementar un sistema que logre abarcar inmediatamente todas estas especificaciones es una actividad compleja, que requiere destinar recursos económicos y humanos. Por lo que el MOPT debería plantear un programa de implementación estructurado a corto y mediano plazo para lograr este objetivo.

---

---

**Firmas del equipo auditor**

---

**Inga. Jenny Chaverri Jiménez. Msc. Eng.**  
Coordinadora de Auditorías Técnicas  
LanammeUCR

---

**Inga. Ellen Rodríguez Castro**  
Auditora LanammeUCR

---

**Ing. Victor Hugo Cervantes Calvo**  
Auditor LanammeUCR

---

**Ing. José Pablo Sibaja Saborío**  
Auditor LanammeUCR

**Visto Bueno de Legalidad**

---

**Lic. Miguel Chacón Alvarado**  
Asesor Legal externo  
Auditorías Técnicas LanammeUCR

---

---

## **ANEXOS**



## **ANEXO 1**

### **Precios aproximados de algunos equipos de medición y ensayo para pinturas**

**Cuadro 7. Precios aproximados de algunos equipos que se utilizan en los ensayos de calidad a las pinturas<sup>12</sup>.**

Nombre	Precio		Norma de ensayo	
	Dólares	Colones	Normas Federales	ASTM
Abrasímetro caída arena	\$831,00	¢432.951,00	Método 141-6191	D-968
Aceites estándar	\$249,00	¢129.729,00	Método 141-4281	D-562
Aplicador de capas uniformes	\$187,00	¢97.427,00	Varios	Varios
Arena para abrasímetro (3 sacos)	\$156,00	¢81.276,00	Método 141-6191	D-968
Balanza analítica	\$2.845,00	¢1.482.245,00	Varios	Varios
Balanza electrónica	\$895,00	¢466.295,00	Varios	Varios
Baño	\$1.305,00	¢679.905,00	Varios	Varios
Desecador	\$320,00	¢166.720,00	Varios	Varios
Fineza de molino Hegman	\$298,00	¢155.258,00	Método 141-6191	D-1210
Higrómetro/termómetro	\$295,00	¢153.695,00	Varios	Varios
Horno	\$674,00	¢351.154,00	Varios	Varios
Mallas (3", #325 Ø 8")	\$150,00	¢78.150,00	Método 141-4091	D-185
Mufla	\$1.100,00	¢573.100,00	Varios	Varios
Paneles de cubrimiento	\$278,25	¢144.968,25	Varios	Varios
Patrones de equipo de retroreflexión	\$200,00	¢104.200,00	-----	D-4061
Picnómetro (3 para el ensayo)	\$546,00	¢284.466,00	Método 141-4184	D-1475
Rampa y cilindro para ensayo de tiempo secado	\$425,00	¢221.425,00	-----	D-711
Retroreflectómetro	\$4.500,00	¢2.344.500,00	-----	D-4061
Termómetro	\$45,90	¢23.913,90	Varios	Varios
Viscosímetro	\$2.295,00	¢1.195.695,00	Método 141-4281	D-562

<sup>12</sup> Precios tomados del catálogo Gardco de Paul N. Gardner Company, Incorporated. No incluyen impuestos ni transporte

## **ANEXO 2**

### **Fotografías de las instalaciones y equipos del Laboratorio de Pinturas del MOPT**



a.



b.



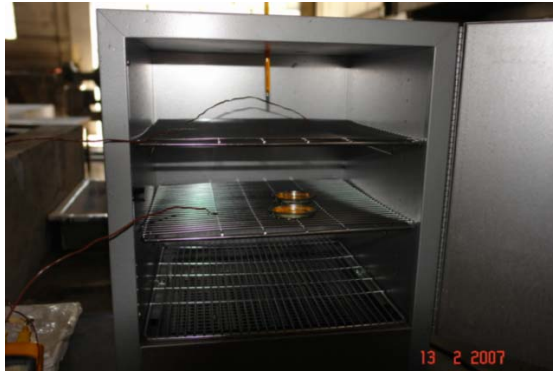
c.



d.

**Fotografía 3. Hojas de registro de los resultados de ensayo.**

- a.** Instalaciones del laboratorio, **b.** Estado de una sección del cielo raso, **c.** Equipo que se utiliza en el ensayo de resistencia a la abrasión (ASTM D 968), **d.** Higrómetro utilizado en el acondicionamiento de muestras



a.



b.



c.



d.

**Fotografía 4.** Hojas de registro de los resultados de ensayo.

**a y b.** Horno y baño, respectivamente, utilizados en el acondicionamiento térmico de muestras. **c.** Equipo utilizado en la ejecución del ensayo de “Tiempo de secado” (ASTM D 711) **d.** Equipo utilizado en la ejecución del ensayo de “Medición de la consistencia de las pinturas en unidades Krebs usando el viscosímetro Stormer” (ASTM D 562)

## **ANEXO 3**

### **Norma ASTM D-2205**

### **“Guía para la selección de ensayos a las pinturas de tránsito”**