

**INFORME DE  
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA  
LM-AT-65-07**

**LABORATORIO DEL MOPT ENCARGADO DE LA VERIFICACIÓN  
DEL CONTROL DE CALIDAD UBICADO EN PALMICHAL**

**PROYECTO  
“MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N° 209,  
SECCIÓN PALMICHAL-CHIRRACA”**

**NOVIEMBRE DE 2007**

## Índice

	Página
1. Potestades .....	3
2. Objetivo de la auditoría .....	3
3. Alcance de la auditoría.....	4
4. Información general del proyecto vial.....	5
4.1. Descripción del proyecto.....	5
4.2. Información del laboratorio de verificación de calidad.....	5
4.3. Metodología de la Auditoría Técnica.....	6
5. Hallazgos y observaciones de la Auditoría Técnica .....	7
5.1. Hallazgos .....	7
5.2. Observaciones .....	27
6. Sobre la documentación solicitada.....	28
7. Conclusiones.....	29
8. Recomendaciones .....	30
Anexos .....	32
Anexo 1 .....	33

**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA**  
**LABORATORIO DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD**  
**PROYECTO**

**“Mejoramiento de la Ruta Nacional N°209,**  
**Sección Chirracá-Palmichal”**

## 1. POTESTADES

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

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

*“...la fiscalización que realiza la Universidad 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 riesgos de esa red. Lo 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 evaluar aspectos generales del laboratorio del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) designado para realizar las actividades de verificación del proyecto “Mejoramiento de la Ruta Nacional N°209, sección Chirracá-Palmichal”. Entre los aspectos considerados se encuentran: condición de las instalaciones, recursos asignados al laboratorio y equipo de medición y ensayo, entre otros.

Los hallazgos y las observaciones que se declaran en este informe tienen como propósito principal brindar elementos técnicos operativos, que puedan ser utilizados como insumos por la Dirección de Obras de CONAVI y por el MOPT

para la mejora continua de los procesos de verificación de calidad que se ejecutan en los proyectos de obra vial.

### **3. ALCANCE DE LA AUDITORÍA**

Para cumplir con el objetivo planteado se analizan las actividades que realiza el personal técnico y los recursos de los que dispone el laboratorio de verificación del MOPT, para corroborar que los materiales que se incorporan y los procesos constructivos que se ejecutan en el proyecto en estudio, cumplan con las especificaciones establecidas en los documentos de prevalencia<sup>1</sup>.

Para lo cual el equipo auditor realiza una evaluación general de las instalaciones de los equipos de medición y ensayo del laboratorio, además analiza la documentación que utiliza el personal técnico (programas y planes, registros, normas, entre otros), la documentación general del proyecto y los documentos de prevalencia antes citados que estén relacionados con los procesos para la determinación de calidad de los materiales y procesos constructivos.

Es importante indicar que se solicitó mediante oficio LM-AT-73-07 con fecha del 7 de setiembre de 2007, tal como se describe en el apartado 6 de este informe, información básica del proyecto y de la verificación de la calidad, la cual no se suministró en el tiempo indicado, lo que impidió realizar el análisis completo y detallado de la documentación. Además, a la fecha de emisión de este informe han transcurrido 14 días hábiles en los cuales esta auditoría no ha recibido respuesta con respecto al informe borrador enviado al auditado.

Este informe es parte de una evaluación global que realiza la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, a los laboratorios del MOPT que ejecutan actividades de verificación en distintos proyectos de construcción o reconstrucción de proyectos viales.

---

<sup>1</sup> Ley N° 8359, Ley N° 7494, Decreto 25038-H, el Contrato, las aclaraciones y/o modificaciones a los a los documentos de licitación, el cartel de licitación, tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial, la oferta adjudicataria, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77), Código Sísmico y Código de Cimentaciones de Costa Rica, Memorandos de Normas y Procedimientos, Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes de Costa Rica (MC-83), Manual Centroamericano de Normas Ambientales para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Carreteras, las Disposiciones GA-01, 02, 03, 04 -2001 del MOPT-CONAVI y el estudio de impacto ambiental.

## **4. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO VIAL**

### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en el mejoramiento de la superficie de rudo de la sección de la ruta N°209. Dicho proyecto, consta de una longitud total de 8,1 km e inicia en la localidad de Palmichal y finaliza en el poblado de Chirraca.

Mediante el concurso de Licitación Pública LP 034-2005 se adjudica a la empresa RAASA S.A. para realizar las labores de construcción de drenajes pluviales, conformación de la subrasante y la colocación de 20 cm de espesor compactado de subbase, de 15 cm de base estabilizada con cemento y de 5 cm de carpeta asfáltica.

La orden de inicio se emite el día 24 de noviembre de 2006 y se espera que abarque un periodo de 350 d.e (días efectivos).

### **4.2. INFORMACIÓN DEL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD**

El laboratorio del MOPT encargado de las actividades de verificación de calidad traslada el equipo desde Los Chiles hasta la localidad de Palmichal, donde se encuentran las instalaciones actuales del laboratorio, el día 2 de julio de 2007.

Durante las entrevistas realizadas y del análisis de la información recopilada como parte del proceso de auditoría, se establece que se encuentran asignados cuatro técnicos con quienes el laboratorio de verificación del MOPT brinda servicios al proyecto en cuestión y además a otros proyectos ubicados en distintos puntos del país, a saber:

1. Construcción del paso peatonal ubicado en Escazú
2. Construcción del paso peatonal de los Geranios, San Sebastián
3. Construcción del puente peatonal de Hacienda Vieja
4. Proyecto Cartago-Paraíso
5. Construcción del puente peatonal de Villas de Ayarco.
6. Construcción del Puente Barranca en Naranjo
7. Construcción del Puente sobre el Río El Ceibo en Ciudad Neilly
8. Tuberías en Tibás
9. Construcción del Puente sobre el Río Las Vueltas en Parrita

### 4.3. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Las actividades que comprende el proceso de auditoría de laboratorios, inicialmente son: visitar las instalaciones del laboratorio de verificación de calidad, entrevistar al personal relacionado con estos procesos, analizar la documentación que soporta el trabajo, valorar el estado general de las instalaciones y de los equipos de medición y ensayo, indagar sobre el estado metrológico de los equipos, solicitar documentación relativa a las labores del laboratorio y recopilar cualquier otra evidencia que se considere pertinente mediante diversos métodos (levantamiento fotográfico, mediciones a los equipos de laboratorio, entre otras)

Posteriormente, toda la información aportada por el auditado y las evidencias recolectadas durante el proceso de auditoría son revisadas y/o analizadas con el propósito de fundamentar los resultados que forman parte de este informe, considerando aspectos tales como: aspectos de control, calibración, mantenimiento y comprobaciones intermedias de los equipos de medición y ensayo, idoneidad de las instalaciones físicas, así como bitácoras requeridas para el control de las diversas actividades realizadas a las muestras de ensayo en el laboratorio.

La información general del laboratorio auditado se presenta a continuación:

<b>Laboratorio auditado:</b>	Laboratorio de verificación de calidad del MOPT
<b>Lugar de la visita:</b>	Palmichal
<b>Ingeniero de proyecto:</b>	Ing. Jorge Barquero Acosta
<b>Técnicos de laboratorio:</b>	Sr. Víctor Hugo Alfaro González Sr. Sergio Calderón Sibaja Sr. Mario Angulo Redondo Sr. Rafael Fernández

Los auditores asignados y las visitas efectuadas se detallan a continuación:

<b>Auditores encargados por el LanammeUCR:</b>	Ing. Ellen Rodríguez Castro Ing. Víctor Cervantes Calvo
<b>Fechas de visitas a laboratorio de verificación del MOPT :</b>	17 de julio de 2007 8 de agosto de 2007
<b>Reportes emitidos:</b>	LM-AT-59-07

## 5. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el equipo auditor en este informe de auditoría se basan en la recopilación de evidencias representativas, veraces y objetivas, que se obtuvieron durante el proceso de auditoría y que se respaldan en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado y en toda la información aportada por el auditado u obtenida por el equipo auditor.

La intención del presente informe de auditoría es que la Dirección de Obras del CONAVI y el MOPT consideren, analicen y evalúen los hallazgos y las observaciones, para definir e implementar las acciones correctivas y preventivas aplicables con el fin de corregir de forma sistemática los procesos de verificación de calidad que permitan establecer políticas y procedimientos de mejora continua.

### 5.1. HALLAZGOS

#### 5.1.1 Sobre asuntos administrativos

**Hallazgo N°1: La habilitación de las instalaciones del laboratorio se realizó de forma tardía, con respecto al inicio de ejecución de obras en el proyecto.**

Como se mencionó anteriormente, la orden de inicio del proyecto se emitió el 4 de noviembre de 2006; sin embargo, las instalaciones del laboratorio de verificación de calidad del MOPT fueron habilitadas hasta el día 2 de julio de 2007, debido a que estaba atendiendo las labores de verificación del Proyecto “Construcción de la carretera Los Chiles-Las Tablitas”.

Esta situación no permitió mantener un proceso de verificación que brindara una atención dedicada, que garantizara la cobertura íntegra de todas aquellas actividades sujetas a control de calidad ejecutadas por el contratista, pudiendo dejar de lado la representatividad de las muestras y procesos constructivos aplicados en la obra.

El principio básico de un proceso de determinación de calidad (control o verificación) es que considere toda la labor efectuada y que toda ella esté sujeta a ser analizada. Tener que atender varios proyectos con un mismo personal (como sucede con este laboratorio) compromete la representatividad de la verificación, ya que no se puede aplicar rigurosamente un programa de muestreo aleatorio que abarque todas las labores realizadas en un proyecto, lo cual agrava la situación si los proyectos que se atienden son distantes entre sí (ver Hallazgo 2).

Además, la ausencia de instalaciones de laboratorio en el proyecto implica la necesidad de trasladar las muestras de ensayo hasta el laboratorio donde van a ser analizadas, con el consecuente riesgo de alteración, deterioro, pérdida o sustracción de la muestra, lo cual requeriría también, tener definidas políticas y procedimientos para la identificación, embalaje y traslado de las muestras.

La situación anteriormente descrita, no permite afirmar que la totalidad de las labores realizadas en el proyecto desde la orden de inicio hasta el 30 de junio de 2007, que consistían en conformación de subbase, construcción de muros de gaviones y de coladas de cemento hidráulico para construcción de cabezales, colectores y alcantarillas, hayan estado sometidas a un proceso de verificación de calidad por el MOPT, y por lo tanto, no se garantiza la eficiencia y la eficacia de la inversión realizada en estas labores.

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación:

- Ley N° 7494, Ley de la Contratación Administrativa, artículo 102 “Regulación del control”
- Reglamento de la Contratación Administrativa, artículo 108 “Control interno del cumplimiento contractual”
- Disposición vial SC-02-2001 apartado 7 “Verificación de la Calidad”.

Durante las primeras etapas de un proyecto donde no sea necesario ejecutar ensayos de laboratorio, es posible que las actividades de verificación de calidad no sean tan intensivas como en etapas posteriores, por lo cual, las instalaciones del laboratorio deben irse adecuando conforme a las necesidades de verificación de acuerdo con las labores del proyecto.

La presencia del laboratorio de verificación de calidad en sitio permite atender las necesidades de determinación de calidad programadas o inesperadas y además, generar los resultados de ensayos de manera oportuna, de modo que sea una herramienta eficaz para que el ingeniero de proyecto cuente con los fundamentos técnicos para aceptar o rechazar los materiales y los procesos constructivos, de acuerdo con las especificaciones contractuales, con el propósito de garantizar la calidad final del proyecto.



**Hallazgo N° 2: El laboratorio de verificación del proyecto no cuenta con los recursos necesarios para atender las actividades de verificación de calidad de todos los proyectos a los que brinda servicios.**

De las entrevistas realizadas y del análisis de la información recopilada se colige que el laboratorio instalado por el MOPT realiza el proceso de verificación de calidad del proyecto en cuestión y además presta o ha prestado servicios de determinación de calidad para diferentes proyectos ubicados en diversas zonas del país durante el periodo de operación, a continuación se presenta una lista, de los cuales se encontró evidencia de prestación de servicios:

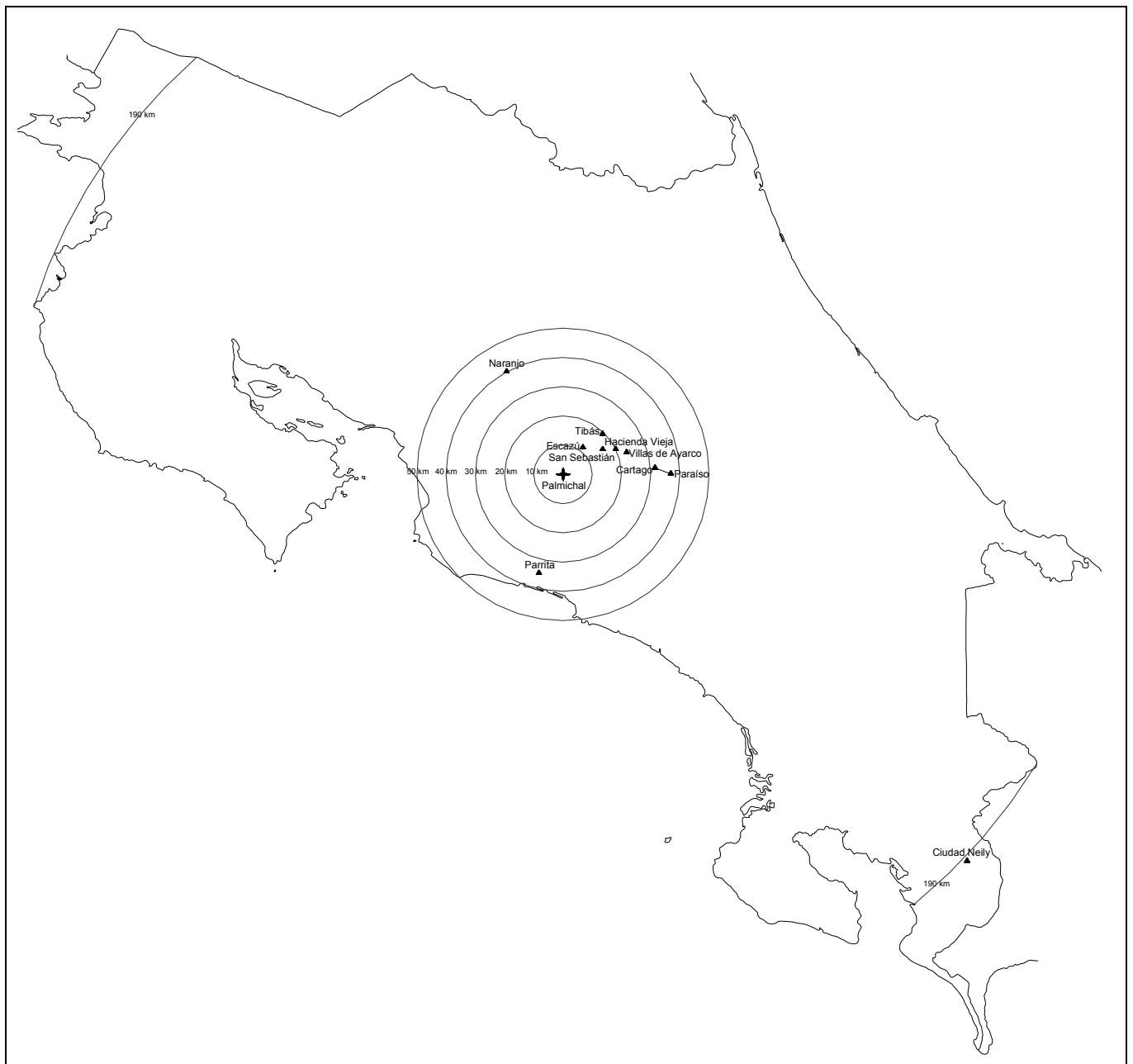
1. Mejoramiento de la Ruta Nacional N° 209, sección Chirracá-Palmichal.
2. Construcción del paso peatonal ubicado en Escazú.
3. Construcción del paso peatonal de los Geranios.
4. Construcción del puente peatonal de Hacienda Vieja.
5. Proyecto Cartago-Paraíso.
6. Construcción del puente peatonal de Villas de Ayarco.
7. Construcción del Puente Barranca en San Carlos.
8. Construcción del Puente sobre el Río El Ceibo en Ciudad Neilly.
9. Tuberías en Tibás.
10. Construcción del Puente sobre el Río Las Vueltas en Quepos.

A manera de ilustración en la Figura 1 se muestran los puntos anteriormente indicados.

Para atender todos estos proyectos el laboratorio de verificación habilitado en Palmichal cuenta únicamente con un vehículo, además del personal técnico destacado en estas instalaciones, el cual está compuesto por cuatro personas. Por otra parte, con el fin de poder abarcar todas las necesidades de servicios de determinación de calidad, las muestras de ensayo tomadas en los diferentes proyectos son trasladadas a otras instalaciones que cuentan con los equipos necesarios para la correcta ejecución de los ensayos, entre estos, el laboratorio del MOPT de San Ramón y el laboratorio central del MOPT ubicado en San José.

Es fundamental que el MOPT haga un buen uso de los recursos de los que dispone, de manera que en su quehacer ordinario, evidencie que se apega a los principios de eficiencia y eficacia. Por tanto es necesario que la Dirección de Obras y el laboratorio de materiales y geotecnia del MOPT planteen una estrategia general que permita brindar los servicios de determinación de la calidad (verificación o ensayos ordinarios) de la manera mas eficiente, oportuna y rentable posible, que asegure el buen uso de todos y cada uno de los recursos

(económicos, humanos, de equipos e instalaciones de laboratorio, entre otros) de los que dispone el MOPT.



**Figura 1.** Localización de los proyectos a los cuales el Laboratorio del MOPT ubicado en Palmichal brinda servicios de verificación de calidad.

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación:

- Ley N° 7494, Ley de la Contratación Administrativa, artículo 9 “Previsión de la verificación”
- Disposición vial SC-03-2001 apartado 4.2 “Aseguramiento de la calidad”.
- Disposición vial SC-02-2001 apartado 7 “Verificación de la Calidad”.

Asimismo es de trascendental importancia que el CONAVI procure y asigne los suficientes recursos humanos y técnicos para garantizar un control oportuno y eficaz y que ejerza su función de velar por la calidad de los materiales que son incorporados y de los procesos que se utilizan en la construcción de obra pública.

### **5.1.2 Sobre el proceso de verificación de calidad**

**Hallazgo N° 3: Los recursos con los que cuenta el laboratorio del MOPT no le permiten ejecutar todas las actividades de verificación de calidad tal como se definen en las especificaciones contractuales.**

Los recursos asignados al laboratorio para la ejecución de las actividades de verificación de calidad, no permiten que se efectúen de manera completa todas las actividades para la determinación y verificación de la calidad que se establecen en los documentos contractuales, especificaciones y normas de referencia. Como ejemplo de esta situación del análisis de la información recopilada y de las entrevistas realizadas se evidenció que:

1. El laboratorio no está en capacidad para realizar el ensayo de “Capacidad de Soporte de California”<sup>2</sup> (CBR) AASTHO T-193.
2. El laboratorio no tiene los recursos necesarios para comprobar que el material de relleno de los gaviones cumpla con las especificaciones de pérdida en la Máquina de los Ángeles.
3. No se aportó evidencia que permita afirmar que se efectúan chequeos de compactación a las fundaciones o rellenos de soporte de las estructuras de gaviones. En visita realizada el día 8 de agosto de 2007, se observó el trabajo de conformación de un relleno el cual soportaría una estructura de

---

<sup>2</sup> Ensayo para control de construcción de subbase y base

gaviones, durante el transcurso de esta labor no se realizaron chequeos de compactación, ni ningún control de las labores realizadas.

4. El laboratorio no cuenta con una balanza clase G2, la cual se requiere de acuerdo con lo especificado en la norma de referencia AASHTO M-231 "Dispositivos de pesado utilizados en ensayos de materiales", y tal como se describe en la norma de ensayo AASHTO T-99 "Relación de densidad-humedad de suelos usando un mazo de 2,5 kg y una caída de 305 mm" .

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación:

- Especificaciones generales para la construcción de caminos, carreteras y puentes, CR-77, secciones 204.02 "Materiales" y 619 C.03 "Materiales de relleno"
- Normas de ensayo "Capacidad de Soporte de California" AASTHO T-193 y Relación de densidad-humedad de suelos usando un mazo de 2,5 kg y una caída de 305 mm" AASHTO T-99.
- Disposición vial SC-02-2001 apartado 7 "Verificación de la Calidad".

El proceso de verificación de calidad debe estar en la capacidad de poder corroborar los procesos constructivos y ensayos realizados por el contratista y su proceso de control de calidad, además de apegarse estrictamente a las especificaciones de equipo y procedimiento establecidas en las normas de ensayo de referencia, todo ello con la finalidad de hacer una correcta verificación que caracterice de manera completa y suficiente los materiales que se incorporan al proyecto, en aras de garantizar la eficiencia y eficacia en la inversión de los recursos del Estado.

### **5.1.3 Sobre las instalaciones**

**Hallazgo N°4: Las instalaciones, al momento de las visitas de auditoría, no reúnan las condiciones adecuadas para la ejecución de los ensayos, ni para el resguardo de los equipos ni para el almacenamiento de muestras.**

Durante las visitas realizadas a las instalaciones del laboratorio del MOPT, encargado de las labores de verificación de calidad, se pudo evidenciar que no ofrecen las condiciones necesarias para la instalación correcta y resguardo de los equipos de medición y ensayo, la ejecución de los ensayos y para el almacenamiento y resguardo de las muestras, por las siguientes razones:

1. El espacio destinado a la realización de los ensayos es insuficiente para que los técnicos puedan trabajar de forma cómoda y segura. Como ejemplo se puede mencionar que el horno para el proceso de preparación de muestras se ubica en una posición incómoda, ya que obstaculiza el transitar del personal del laboratorio cuando se requiere abrir la puerta del horno y dificulta la ejecución de ensayos de laboratorio. (ver Fotografía 1).
2. Algunos equipos de ensayo no cuentan con un área de trabajo definida. Tal es el caso de las balanzas que se cambian de posición por la poca disponibilidad de tomacorrientes. (ver Fotografía 2).
3. Aunado al punto anterior se evidenció que el tomacorriente en el que se conectan las balanzas se encuentra alejado del área donde están ubicadas. Esto provoca que al estar conectadas el cable queda suspendido, obstruyendo la zona de paso que comunica con un área de trabajo localizada en la parte posterior de las instalaciones.
4. Debido al poco espacio con que cuenta el laboratorio, no existe un espacio dedicado al almacenamiento de equipos, por lo que se agrupan en varios sitios, poniendo en peligro la integridad física y metrológica de los mismos. (ver Fotografía 3).
5. La prensa para la falla de los cilindros de concreto se encuentra ubicada en la bodega del plantel de la empresa del contratista, lo cual no permite una custodia del equipo de forma completa por parte del personal del laboratorio de verificación. Es conveniente que el personal del laboratorio mantenga la custodia de los equipos con los que se efectúan los ensayos de verificación por la responsabilidad propia de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos que forman parte del mismo.
6. Durante la primera visita al laboratorio se pudo observar que las muestras de agregados provenientes del proyecto, se almacenaban en unas bandejas fuera de las instalaciones del laboratorio, sin mayor protección contra la lluvia u otras posibles fuentes de contaminación que unas cajas de cartón colocadas encima de las mismas. Posteriormente durante la segunda visita, se advirtió una mejora en el almacenamiento de las muestras, pero aún así no se contempló un espacio debidamente acondicionado para tal fin.

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación:

- Ley N° 8292 Ley de General de Control Interno, artículo 8 inciso a y artículo 15 inciso b numeral ii,
- Reglamento de la Ley N° 8131, artículo 11
- Disposición general SC-02-2001, apartado 7 “Verificación de la Calidad”

La ausencia de condiciones adecuadas para el almacenamiento y la operación de los equipos de medición y ensayo no permite asegurar que se mantengan las características metrológicas, lo cual menoscaba la confiabilidad técnica de los resultados que se emiten con dichos equipos. Para comprobar el grado de cumplimiento de los materiales que se incorporan al proyecto y los procesos constructivos realizados, es fundamental que los equipos de medición y ensayo se encuentren bajo óptimas condiciones de operación que garanticen la exactitud y precisión de las mediciones realizadas con estos.

Las muestras que no han sido ensayadas deben almacenarse en un lugar adecuado y seguro, con el fin de reducir la posibilidad de sufrir alteraciones en sus características físicas y/o químicas, contaminación o pérdida de la muestra que afecte el proceso de determinación de calidad. Además, las muestras que ya han sido ensayadas deben resguardarse en un sitio adecuado hasta su disposición final.



a.



b.

**Fotografía 1. a.** Se observa que la puerta del horno de acondicionamiento de muestras se abre hacia el único acceso a la zona de trabajo. **b.** Se puede notar que, debido al poco espacio, al abrir la puerta del horno de acondicionamiento de muestras se obstruye el acceso y la salida al área de trabajo.



a.



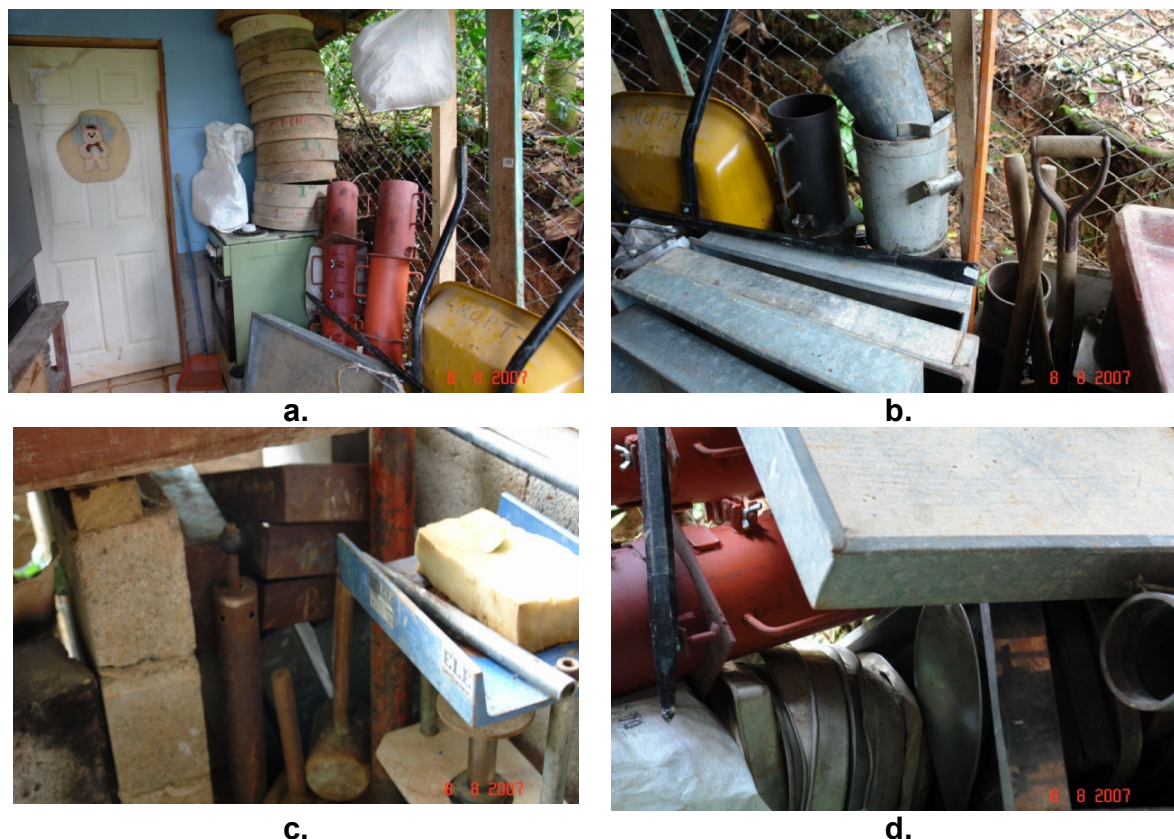
b.



c.

**Fotografía 2. a y b.** Las balanzas están colocadas en la misma mesa, junto con otros equipos. **c.** La balanza analítica está colocada sobre el único escritorio que se encuentra en las instalaciones.





**Fotografía 3.** Almacenamiento de equipos de medición y ensayo de manera no adecuada por la falta de espacio en las instalaciones

#### **5.1.4 Sobre el registro de la información de verificación de la calidad (bitácoras de registro)**

**Hallazgo N° 5:** El laboratorio de verificación de calidad del MOPT carece de un sistema confiable de registro de las actividades de verificación de la calidad realizadas, tanto en sitio de obra como en las propias instalaciones.

Se pudo evidenciar durante las visitas realizadas a las instalaciones del laboratorio que no se mantienen bitácoras para el registro de las actividades rutinarias, tales como: toma de muestras, ingreso de muestras al laboratorio, registro de resultados de las muestras analizadas, resultados de mediciones realizadas en campo y otras actividades propias del funcionamiento del laboratorio.



A pesar de que los resultados son anotados por los técnicos de forma limpia, ordenada y suficiente, el registro se realiza en hojas sueltas sin identificación ni numeración continua (ver Fotografía 4), lo cual no asegura la trazabilidad de la información.

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación:

- Disposición vial SC-02-2001 apartado 7 “Verificación de la Calidad”.
- Ley N° 8279 “Sistema Nacional para la Calidad” , Transitorio II

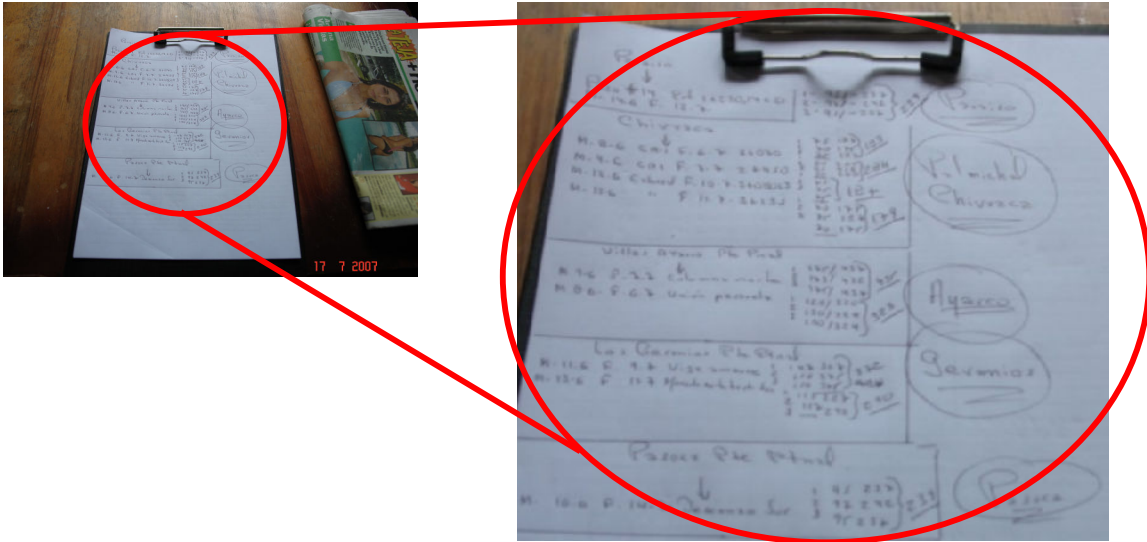
La anotación inmediata de la información relevante del proceso de verificación de calidad de los materiales incorporados al proyecto y las obras realizadas, en una bitácora encuadernada y con numeración continua, favorece la trazabilidad de los resultados y reduce la posibilidad de pérdida o alteración de los resultados y anotaciones. Por esta razón, es fundamental que la Dirección de Obras y el MOPT definan e implementen políticas y procedimientos sistemáticos para el registro oportuno, veraz y completo de los datos.

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

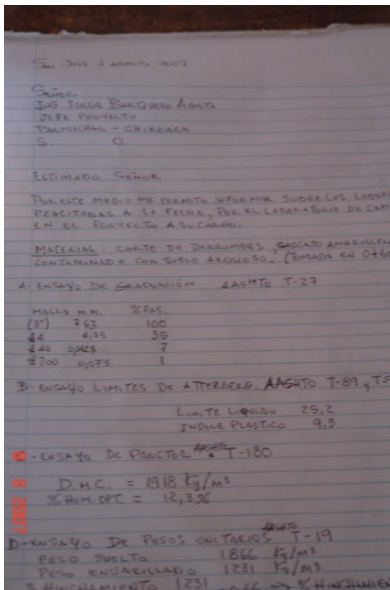
**Hallazgo N° 6: El laboratorio del MOPT para la verificación de la calidad no ha definido políticas y procedimientos para el control metrológico de los equipos de medición y ensayo.**

El laboratorio no mantiene en práctica políticas ni procedimientos de control metrológico (calibración, comprobación intermedia, mantenimiento preventivo, entre otras) para los equipos de medición y ensayo que se utilizan en las actividades de verificación de calidad.

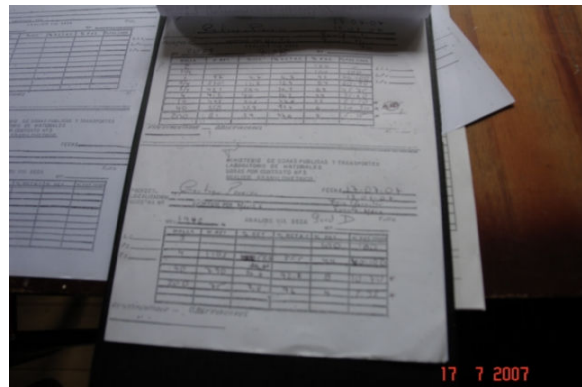
De las visitas se evidenció que no se mantiene dentro de las instalaciones del laboratorio documentación (etiquetas o certificados de calibración, registros de comprobación metrológica) que permita afirmar que se practican procedimientos de confirmación metrológica de los equipos. Sin embargo, cabe rescatar que, según declararon los técnicos del laboratorio, se realiza un proceso de control de operación a la balanza analítica ES 1000H, placa CONAVI 3652, utilizando una masa patrón de 500 g y pesándola varias veces.



a.



b.



c.

**Fotografía 4.** a. Reporte de información sobre varios proyectos (Nótese que no se indica a que actividad de verificación de calidad corresponde). b. Hoja sin identificación ni numeración continua donde se anotan los resultados de las actividades de verificación de calidad para enviárselas al ingeniero de proyecto. c. Formulario utilizado para anotar los resultados sin identificación ni numeración continua.

No obstante, debe tenerse en cuenta que para que esta actividad tenga validez técnica debe documentarse y aplicarse sistemáticamente a todas las balanzas del laboratorio. Además, para asegurar trazabilidad en las mediciones, la masa debe estar debidamente calibrada y bajo condiciones de almacenamiento controladas, asimismo debe aplicarse un procedimiento para la comprobación que indique aspectos generales (cuidados de la masa, limpieza de la balanza, tiempo de lectura, entre otros) y el método de control (análisis estadístico, carta de control, entre otros).

Como ejemplo de la ausencia de procesos de confirmación metrológica, durante las visitas realizadas, se pudo evidenciar que:

1. No se aportó evidencia documental que demostrara que se haya definido un programa de control metrológico de equipos (periodicidad de actividades de calibración, comprobaciones intermedias, caracterizaciones térmicas (mapeos), comparaciones entre equipos, mantenimiento preventivo, entre otras).
2. Los equipos de medición y ensayo instalados en el laboratorio no se habían sometido a algún proceso de confirmación metrológica, debido a que carecían de alguna identificación que demostrara actividad de calibración o estado metrológico, no se contaba con certificados de calibración o registros que demostraran tales actividades y era notoria la ausencia de etiquetas de calibración.
3. Falta de procedimientos y registros para comprobar el cumplimiento de los equipos de laboratorio con las características establecidas en las normas de ensayo.

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación:

- Disposición vial SC-02-2001 apartado 7 "Verificación de la Calidad".
- Normas de ensayo AASHTO T-27 "Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos", AASHTO T-89 "Determinación del límite líquido de los suelos", AASHTO T-90 "Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos", AASHTO T-99 "Relación humedad-densidad de los suelos usando un mazo de 2,5 kg y una caída de 305 mm".

La Dirección de Obras y el MOPT deben considerar la necesidad de definir e implementar políticas y procedimientos a nivel institucional que les permita mantener activo un programa completo de confirmación y control metrológico de

equipos (calibración, comprobación intermedia, mantenimiento preventivo, análisis estadístico, cartas de control entre otros), de manera que se asegure la confiabilidad de los resultados obtenidos en cualquiera de los laboratorios ubicados en los proyectos.

### **5.1.6 Sobre los equipos instalados en el laboratorio**

**Hallazgo N° 7: Las mediciones realizadas a las balanzas y al horno que se encontraban instalados en el laboratorio, reflejan una desviación con respecto a las características técnicas mínimas.**

Durante la ejecución de la auditoría se realizó un proceso de medición en la balanza analítica, la balanza digital y el horno de acondicionamiento de muestras que se encontraban en las instalaciones del laboratorio.

Como resultado del análisis de las mediciones, se concluye que los equipos presentan una desviación con respecto a las características técnicas mínimas establecidas en las normas de ensayo, tal como se detalla a continuación:

1. Mediante un proceso de comprobación de linealidad ascendente y excentricidad, por parte de la auditoría<sup>3</sup>, se comprobó que la balanza analítica ES-1000H con capacidad de 1000 g y una resolución de 0,001 g, identificada con placa CONAVI 3652, no presenta errores de repetibilidad (ver Cuadro 2), sin embargo en el Cuadro 1, se observa que a partir de 600 g la desviación es mayor a 0,02 g y aumenta conforme aumenta la masa medida. En el Cuadro 2 se aprecia que el error de medición por excentricidad es mayor a 0,02 g cuando la masa se coloca en las posiciones 3 y 4, lo cual incumple con lo establecido en el manual del fabricante. Se debe recordar que en las normas AASHTO T-89 y T-90 el error especificado es de 0,01 g.
2. Se determinan los errores de medición que se muestran en el Cuadro 3 mediante un proceso de comprobación de linealidad ascendente de masa, por parte de esta auditoría<sup>4</sup>, a la balanza digital marca FWE modelo ACS015B/W, identificada con la placa CONAVI 3651, con una capacidad de 15 kg y una resolución de 2 g. Se comprobó que presenta una

---

<sup>3</sup> El proceso de comprobación de masa se realiza con el juego de masas patrón identificado como MP-005, con calibración vigente cuyo certificado de calibración responde a la identificación Lacommet 09090306.

<sup>4</sup> El proceso de comprobación de masa se realiza con el juego de masas patrón identificado como MP-005 y MP-006, con calibración vigente cuyo certificado de calibración responde a la identificación Lacommet 09090306.

desviación mayor a los 5 g establecidos en la normativa de referencia a partir de los 6 kg. Además, presenta una desviación por excentricidad mayor a los 5 g en las posiciones 1, 2 y 4 (ver Cuadro 4), lo cual incumple con lo establecido en el manual del fabricante. Se debe recordar que en la norma AASHTO T-99 el error especificado es de 5 g. No se observan desviaciones por repetibilidad.

3. El horno marca QL modelo 30 GC Lab Oven con identificación 3881331 MOPT utilizado en la preparación de las muestras de ensayo que se mantiene en las instalaciones del laboratorio, no cumple con las especificaciones técnicas de exactitud y precisión establecidas en las normas contractuales que especifican los procedimientos de ensayo (AASHTO T-27, T-89, T-90 y T-99), en cuanto a:

- La precisión de temperatura especificada (110°C),
- Los límites permisibles de variación de temperatura ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ),
- La distribución homogénea de temperatura en el espacio interno.
- Estabilidad de la temperatura dentro de los límites permisibles en el tiempo.

Como resultado de estas mediciones de temperatura se diferencian claramente dos periodos donde la temperatura se mantiene relativamente estable (tal como se puede observar en la Figura 2), durante los cuales el valor meta definido era de  $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ,

En el primer periodo la temperatura del horno descendió de  $142,9^\circ\text{C}$  hasta  $133,8^\circ\text{C}$ . Debido a que la temperatura era superior a la temperatura meta, el técnico ajustó el controlador del horno para lograr la temperatura de  $110^\circ\text{C}$ . Durante este segundo periodo la temperatura osciló entre  $110,2^\circ\text{C}$  y  $100,4^\circ\text{C}$ , (ver en la Figura 2).

Al analizar la estabilidad y la homogeneidad de la temperatura en el volumen interno del horno y calcular la estimación de la incertidumbre expandida para la temperatura del horno al 95% de confianza, para ambos periodos, se obtuvieron los siguientes resultados:

<b>Periodo</b>	<b>Temperatura promedio</b>	<b>Incertidumbre expandida</b>
1	137,2 °C	5,3 °C
2	104,7 °C	5,8 °C

El fundamento normativo que respalda lo descrito anteriormente se detalla a continuación:

- Disposición vial SC-02-2001 apartado 7 “Verificación de la Calidad”.
- Normas de ensayo AASHTO T-27 “Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos”, AASHTO T-89 “Determinación del límite líquido de suelos”, AASHTO T-90 “Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos”, AASHTO T-99 “Relación humedad-densidad de los suelos usando un mazo de 2,5 kg y una caída de 305 mm”.

La ausencia de control de las condiciones metrológicas y de operación de los equipos de medición y ensayo no garantiza la confiabilidad y validez técnica de los resultados que con estos se obtienen, lo cual podría afectar la valoración total de calidad que se realiza de los materiales del proyecto.

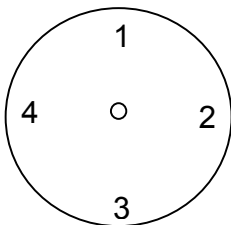
El MOPT debe definir políticas y procedimientos que permitan establecer la capacidad, sensibilidad y precisión de los equipos de medición y ensayo para cumplir las condiciones técnicas definidas en las normas de ensayo de referencia, de modo que se garantice la correcta operación de los equipos.

**Cuadro 1. Errores de medición de linealidad ascendente estimados para la balanza analítica ES-1000H**

<b>Masa real</b>	<b>Masa leída</b>	<b>Error de medición <sup>a</sup></b>
<b>(g)</b>	<b>(g)</b>	<b>(g)</b>
2,00	2,00	0,00
4,00	4,00	0,00
5,00	5,00	0,00
15,00	15,00	0,00
25,00	25,00	0,00
45,00	45,00	0,00
95,00	94,99	-0,01
100,00	100,00	0,00
150,00	150,00	0,00
200,00	200,00	0,00
300,00	300,00	0,00
400,00	400,01	0,01
500,00	500,02	0,02
600,00	600,03	0,03
700,00	700,04	0,04
800,00	800,05	0,05
900,00	900,06	0,06
1.000,00	1.000,08	0,08

<sup>a</sup> Según las normas de ensayo el error de medición debería ser de  $\pm 0,02$  g. (AASHTO T-89 y T-90)

**Cuadro 2. Errores de medición de excentricidad y repetibilidad estimados para la balanza analítica ES-1000H**

Diagrama de las posiciones de medición en el plato de la balanza	Masa real (g)	Posición			
		1	2	3	4
	500,00	Masa leída (g)			
		500,02	500,00	500,03	500,04
		500,02	500,00	500,03	500,04
		500,01	500,01	500,04	500,04
		500,02	500,00	500,03	500,04
		Error de medición <sup>a</sup> (g)			
		0,02	0,00	0,03	0,04
		0,02	0,00	0,03	0,04
		0,01	0,01	0,04	0,04
		0,02	0,00	0,03	0,04

<sup>a</sup> Según las normas de ensayo el error de medición debería ser de  $\pm 0,02$  g. (AASHTO T-89 y T-90)

**Cuadro 3. Errores de medición de linealidad ascendente estimados para la balanza digital marca FWE modelo ACS015B/W**

Masa real (kg)	Masa leída (kg)	Error de medición <sup>b</sup>	
		(kg)	(g)
0,500	0,499	-0,001	1
1,000	1,000	0,000	0
1,500	1,501	0,001	1
2,000	2,003	0,003	3
2,500	2,502	0,002	2
3,000	3,003	0,003	3
3,500	3,503	0,003	3
4,000	4,005	0,005	5
4,500	4,505	0,005	5
5,000	5,005	0,005	5
5,500	5,505	0,005	5
6,000	6,008	0,008	8
6,500	6,507	0,007	7
7,000	7,007	0,007	7
8,000	8,009	0,009	9




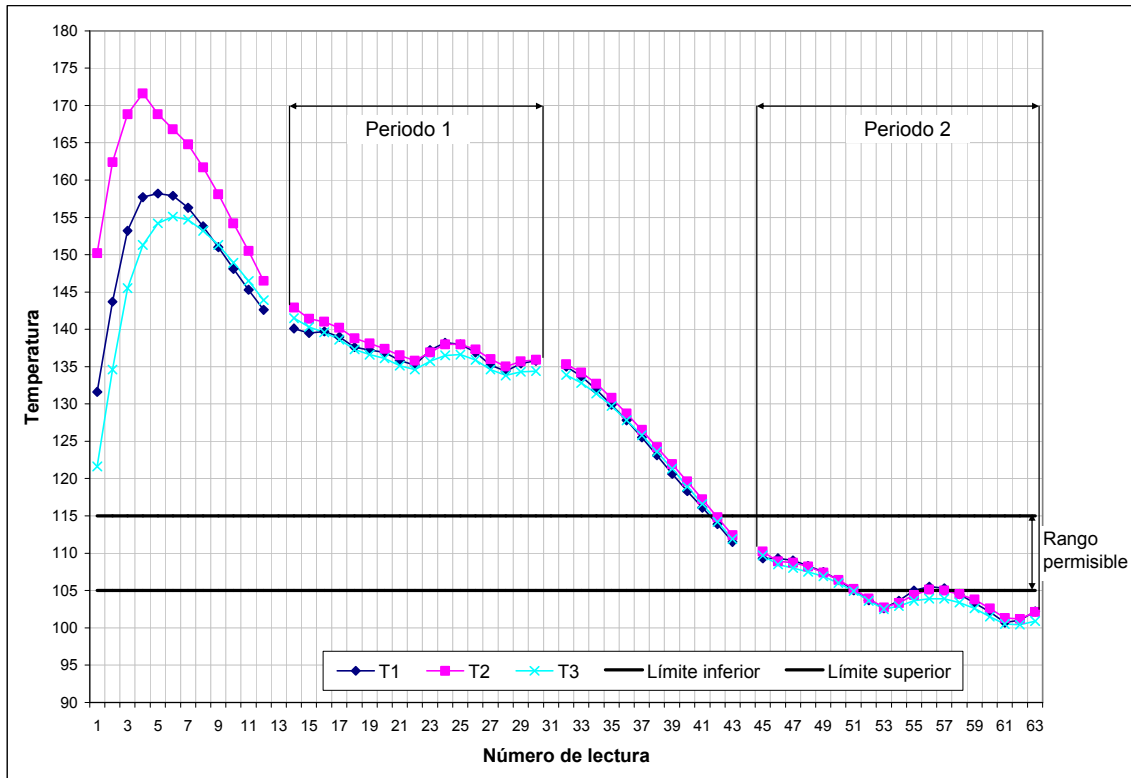
**Cuadro 3. Continuación**

Masa real (kg)	Masa leída (kg)	Error de medición <sup>b</sup>	
		(kg)	(g)
9,000	9,010	0,010	10
10,000	10,012	0,012	12
12,000	12,013	0,013	13
14,000	14,014	0,014	14
15,000	15,015	0,015	15

<sup>b</sup> Según las normas de ensayo el error de medición debería ser de  $\pm 5$  g. (AASHTO T-99)

**Cuadro 4. Errores de medición de excentricidad y repetibilidad estimados para la balanza digital marca FWE modelo ACS015B/W**

Diagrama de las posiciones de medición en el plato de la balanza	Masa real (kg)	Posición			
		1	2	3	4
		5,000	Masa leída (kg)		
5,006			5,005	5,005	5,006
5,007			5,005	5,005	5,005
5,006			5,006	5,005	5,006
5,006			5,007	5,005	5,006
Error de medición (kg)					
0,006			0,005	0,005	0,006
0,007			0,005	0,005	0,005
0,006			0,006	0,005	0,006
0,006			0,007	0,005	0,006



**Figura 2.** Gráfico de mediciones de temperatura del horno marca QL modelo 30 GC Lab Oven con identificación 3881331 MOPT utilizado en la preparación de la muestras de ensayo.

## 5.2. OBSERVACIONES

A continuación se listan una serie de aspectos que no se consideran como incumplimientos o hallazgos, pero que su atención puede contribuir con la mejora de operación del laboratorio:

**Observación 1:** Es recomendable que las instalaciones eléctricas del laboratorio sean lo suficientemente seguras con el fin de reducir la posibilidad de accidentes que pongan en riesgo vidas humanas, además, de los equipos de medición y ensayo y la información que se resguarda dentro de las instalaciones del laboratorio. (ver Fotografía 5 a y b).

**Observación 2:** El curado de especímenes de de concreto se realiza en estaciones donde se colocan especímenes unos sobre otros (ver Fotografía 6 a.), lo cual compromete la integridad física y la resistencia a compresión de los cilindros de concreto, y aumenta el riesgo de no cumplir con las características requeridas por la norma AASTHO T-23.

**Observación 3:** Se debe medir y registrar las condiciones ambientales, tales como temperatura ambiente, humedad relativa, entre otros, que prevalecen durante el tiempo que se realiza el ensayo a muestras de suelos, de modo que se genere y se mantenga un registro histórico de temperatura y humedad, con el fin de considerar si determinadas condiciones ambientales permiten una correcta realización de los ensayos o por el contrario podrían invalidar o afectar la calidad del ensayo.

**Observación 4:** El laboratorio no cuenta con un botiquín de emergencias con medicamentos suficientes para atender quemaduras, lesiones y otros accidentes comunes para el personal que labora en este recinto. También es necesario suministrar equipos de protección personal, tales como mascarillas, guantes, extintores, anteojos de seguridad, protectores auditivos y gabachas, para garantizar el bienestar del personal que labora en el laboratorio.

## **6. SOBRE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA**

Mediante el oficio LM-AT-73-07 fechado 7 de setiembre de 2007 se solicita al Ingeniero de Proyecto, la siguiente documentación:

1. Acta de reunión de preconstrucción.
2. Programa de verificación de la calidad
3. Plan de muestreo aleatorio en campo
4. Lista de equipos instalados en el laboratorio
5. Plan de calibración y mantenimiento de equipo
6. Certificados de calibración de equipos
7. Informes de verificación de la calidad de los meses de febrero y marzo
8. Recursos asignados para la atención de los frentes de trabajo para inspección y verificación de la calidad (personal, equipo, medios de transporte, etc.)

A la fecha de emisión de este informe no se aportó la totalidad de los documentos solicitados, lo que impidió tener todos los elementos necesarios para realizar el análisis completo de las actividades de verificación de calidad.

A la fecha de emisión de este informe han transcurrido 14 días hábiles en los cuales esta auditoría no ha recibido respuesta con respecto al informe borrador enviado al auditado

Por tanto, toda aquella documentación o información que se proporcione posterior a la emisión de este informe, no considerara válida por esta auditoría como evidencia.

## 7. CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis de las evidencias recopiladas por el equipo auditor durante el proceso de auditoría al laboratorio de verificación de la calidad del MOPT destacado en el sitio se concluye lo siguiente:

1. El laboratorio de verificación de calidad se habilita casi ocho meses después de que se dio la orden de inicio en el proyecto, por lo tanto, los materiales incorporados a la obra y los procesos constructivos se efectuaron sin contar con la verificación de calidad oportuna.
2. Los recursos (personal, cantidad y estado del equipo, vehículos, entre otros) asignados al laboratorio para ejecutar las actividades de verificación de calidad de todos los proyectos a los que le brinda servicios en las distintas zonas del país, son insuficientes para abarcar todas las labores de verificación de calidad de los materiales que se incorporaron y las obras que se realizaron, de manera completa y oportuna.
3. Las instalaciones habilitadas para el laboratorio de verificación de calidad no ofrecen las condiciones necesarias para el almacenamiento adecuado de las muestras y de los equipos de medición y ensayo ni tiene el espacio necesario para la operación idónea de dichos equipos.
4. El procedimiento aplicado para el registro de la información relativa a los procesos de ensayo (resultados, gráficos, cálculos, entre otros) de las actividades de verificación de calidad, no garantiza la confiabilidad y trazabilidad, la validez técnica y la custodia de los mismos.
5. El laboratorio no ha definido políticas ni procedimientos para mantener de forma activa un programa de control metrológico (calibración, comprobación y mantenimiento) de todos los equipos de medición y ensayo instalados en el laboratorio de verificación de la calidad.
6. Algunos equipos de medición y ensayo no cumplen con las características técnicas ni reúnen las condiciones de operación establecidas en las normas de ensayo, lo cual no garantiza que los resultados derivados de los ensayos sean confiables. Las mediciones realizadas en las balanzas y en el horno muestran desviaciones en cuanto a la precisión en medición de masa, estabilidad y homogeneidad térmica, según corresponda.

## 8. RECOMENDACIONES

A continuación se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por el MOPT y la Dirección de Obras, con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales de los hallazgos descritos en el informe con respecto al proceso de verificación que se realiza con laboratorios que son habilitados por la Administración y que carecen de un sistema de gestión de calidad, con la intención de contribuir a la mejora de las condiciones de operación de laboratorios en proyectos activos y proyectos futuros.

1. Es importante para la confiabilidad de los resultados que se emiten, la uniformidad de los procesos de verificación de calidad, garantizar la competencia técnica de sus labores, actividades y de los resultados emitidos, de modo que sean técnicamente válidos y confiables, que los laboratorios de la Administración que brinden, implementen un sistema de gestión (sistema de calidad, organización, control de la documentación, buenas prácticas de laboratorio etc.).
2. Asignar los recursos (personal, equipo, instalaciones, entre otros) necesarios para que los laboratorios de la Administración puedan realizar las actividades de verificación de manera completa, suficiente y oportuna, que genere resultados confiables y que esté en concordancia con las necesidades y magnitud de los proyectos, para garantizar la calidad de los materiales y obras que se ejecutan, en procura del cumplimiento de los principios de eficiencia y eficacia de la inversión de los fondos públicos.
3. Definir procedimientos uniformes para el registro de la información relativa de los ensayos de verificación que asegure la confiabilidad, trazabilidad y la validez técnica de los resultados de ensayo.
4. El laboratorio central del MOPT debería retomar la función de ente rector de los laboratorios adscritos a esta dependencia se encuentren instalados en los proyectos brindando servicios de verificación, con el fin de definir e implementar un sistema de gestión que incluya a estos laboratorios.
5. El MOPT debería brindar los recursos necesarios para crear e implementar un sistema de gestión de calidad que abarque todos los laboratorios adscritos a esta institución, de manera que puedan realizar ensayos oportunos y generar resultados confiables como encargados de la verificación de calidad en los proyectos de obra vial.

---

---

**Firmas del equipo auditor**

\_\_\_\_\_  
**Inga. Raquel Arriola Gúzman**  
Coordinadora de Auditorías Técnicas a.i.  
LanammeUCR

\_\_\_\_\_  
**Inga. Ellen Rodríguez Castro**  
Auditora LanammeUCR

\_\_\_\_\_  
**Ing. Víctor Hugo Cervantes Calvo**  
Auditor LanammeUCR

**Visto Bueno De Legalidad**

\_\_\_\_\_  
**Lic. Miguel Chacón Alvarado**  
Asesor Legal Externo  
Auditorías Técnicas LanammeUCR

## **ANEXOS**



## **ANEXO 1**

### **Fotografías de las instalaciones y equipos del laboratorio**



a.



c.

b.



d.

**Fotografía 5. Instalaciones del laboratorio.**

a. Parte frontal de las instalaciones del laboratorio, b. Acercamiento de algunas instalaciones eléctricas, c. y d. Parte lateral de las instalaciones del laboratorio



a.



b.



c.



d.

**Fotografía 6. Equipos del laboratorio.**

**a.** Recipientes utilizados para el curado de cilindros de concreto, **b.** Horno utilizado para el acondicionamiento de muestras, **c.** Prensa de falla **d.** Mallas y cilindros almacenados dentro de las instalaciones