

ESTADO ACTUAL DEL DESARROLLO DE LABORATORIOS FOTOMÉTRICOS EN COSTA RICA

Luis Diego Marín Naranjo
Laboratorio de Fotónica y Tecnología Láser (LAFTLA)
Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Costa Rica
San Pedro, San José, Costa Rica
Tel: 506 3839683, fax: 506 2253870, E-mail: lmarin@iee.ucr.ac.cr

Luis Chen-Apuy Chacón
Departamento CEPCE, Dirección conservación de energía
Compañía Nacional de Fuerza y Luz
San José, Costa Rica
Tel: 506 2951248, fax: 506 2951289, E-mail: lchen-apuy@cnfl.go.cr

Resumen: se presenta el estado actual del desarrollo de dos laboratorios fotométricos en Costa Rica, donde la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) inician el Programa de fotometría aplicado a iluminación y alumbrado para futura acreditación bajo la norma INTE-ISO/IEC 17025:2000. Participa por parte de la UCR el Laboratorio de Fotónica y Tecnología Láser (LAFTLA) perteneciente a la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería y por parte de la CNFL participa el Centro de Enseñanza Permanente de Conservación de Energía (CEPCE) de la Dirección de Conservación de Energía (DCE). Ambas instituciones están interesadas en el desarrollo científico y tecnológico en el tema de la fotometría y su aplicación a nivel nacional, dado que no existen antecedentes en este tema. A través de un convenio de cooperación, ambas partes se dedican al desarrollo de actividades que realicen y mejoren las normas y patrones costarricenses en fotometría. Dentro de los objetivos está la formación de profesionales y técnicos, el servicio de calibración y de ensayo, brindar asesorías y realizar investigación científica en metrología mediante el uso planificado y eficiente de los recursos humanos, instrumentales y tecnológicos.

1. INTRODUCCIÓN

Costa Rica es un país centroamericano que ha experimentado un crecimiento de más del 300% en los últimos 20 años en la industria y el comercio, así como un crecimiento de 100% de su población [1]. Con la globalización llegan leyes para la competitividad como el Reglamento Técnico de Costa Rica 26:2000 vía decreto No. 29 660-MEIC del 8 de agosto del 2001 que establece la oficialidad de la metrología en Costa Rica [2] y la ley No. 8279 del 21 de mayo del 2002 del Sistema Nacional de la Calidad [3].

En el primero se establece el uso del Sistema Internacional de Unidades para negociación multilateral y bilateral obligando al uso de unidades legales de medida aplicado a instrumentos de medida, resultados de mediciones efectuadas y la indicación de las cantidades expresadas en unidades de medida, tanto en el sector económico, áreas de salud y seguridad pública, ámbito judicial, transporte, enseñanza y educación, normalización y actos administrativos.

En el segundo se establece el Sistema Nacional de la Calidad como 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 la confianza en la transacción de bienes y servicios.

Se publica además en el año 2000 la norma de homologación costarricense denominada INTE-ISO/IEC 17015:2000 de Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración [4].

Con base en estas leyes y normas surge la importancia de contar en Costa Rica con laboratorios de patrones primarios y secundarios en la magnitud de parámetros ópticos, lo cual se inicia con el trabajo en LAFTLA para radiometría y fotometría desde el año 2000.

Posteriormente en la CNFL y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), ambas instituciones gubernamentales que atienden el alumbrado público y otros aspectos de iluminación, se interesan en la creación de laboratorios de ensayo y posteriormente de calibración.

2. METROLOGIA EN COSTA RICA

De acuerdo a la ley No. 8279 se crea el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET) como órgano de desconcentración máxima, con personalidad jurídica para el desempeño de sus funciones adscrito al Ministerio de Economía de Industria y Comercio (MEIC). Se rige por las normas nacionales e internacionales aplicables. Dentro de las funciones de LACOMET en el artículo 9º, inciso h se puede reconocer mediante convenios a otras instituciones como laboratorios nacionales en las magnitudes que se considere pertinente y mantener mecanismos de coordinación y vigilancia para el uso de los patrones. LACOMET tendrá la responsabilidad de establecer los requisitos para otorgar y mantener este reconocimiento y verificar su cumplimiento. Además participa en instancias internacionales de metrología como BIPM (Buró Internacional de Pesas y Medidas) y la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML). En la figura 1 se ilustra la cadena de trazabilidad en Costa Rica.

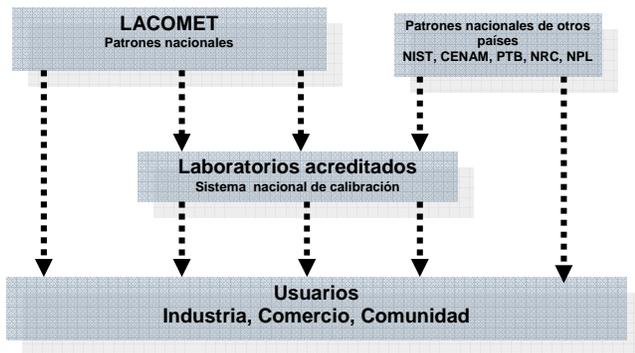


Figura 1 Trazabilidad en Costa Rica.

La trazabilidad puede obtenerse a través de varias alternativas:

- Por calibración directa al laboratorio nacional
- Por calibración a un laboratorio acreditado dentro del Sistema Nacional de calibración
- Por calibración con laboratorios nacionales reconocidos de otros países

Aparte de ofrecer la trazabilidad a las unidades del Sistema Internacional mediante patrones nacionales, LACOMET colabora en las evaluaciones de los laboratorios aportando expertos técnicos.

Para acreditación existe el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), único organismo competente para realizar procedimientos de acreditación en lo que respecta a laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, organismos de certificación, organismos de inspección y otros afines, como lo establece la ley No. 8279 y adscrita al Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT).

ECA es una entidad pública de carácter no estatal, con personería jurídica y patrimonio propio. Actúa en el ámbito reglamentario y voluntario. En la figura 2 se ilustra la relación entre instituciones de acreditación y metrología en Costa Rica.

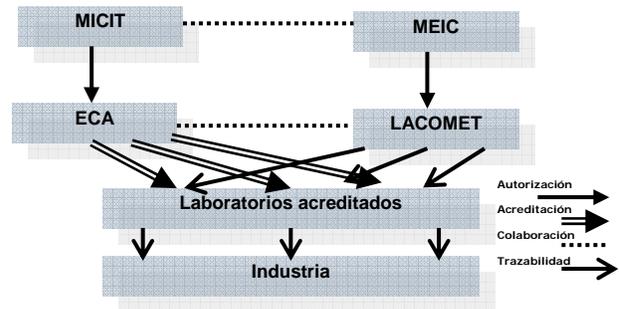


Figura 2 Acreditación y metrología en Costa Rica.

3. DESARROLLO DE RADIOMETRÍA Y FOTOMETRÍA EN LAFTLA

Desde el año 2000 se inscribe el programa de investigación LAFTLA en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, el centro de estudios superiores más grande de Costa Rica, fundada en los años cuarenta del siglo pasado. Se centró el interés en la metrología en parámetros ópticos, radiometría y fotometría. Ante el trabajo realizado inicialmente en fibra óptica y Láser, se logra enlazar con el tema de la fotometría y analizar los campos de acción de su aplicabilidad. Se realizó así un trabajo de investigación en 2002 [5] para establecer las necesidades en radiometría y fotometría en Costa Rica en conjunto con un experto de LACOMET. Se encontró como resultado la falta de laboratorios acreditados y personal especializado pero se tenía la experiencia en otras magnitudes.

El principal interés y labores en LAFTLA se han dado en óptica aplicada y mediciones con Láser orientado a la docencia y más recientemente en la investigación en comunicaciones ópticas, optoelectrónica y fotónica. Además surge la medición de espectros, patrones interferométricos y potencia óptica absoluta y relativa, por lo que se genera la inquietud de la calibración de los equipos de medición. Además debido a la capacitación en metrología surge la inquietud de la falta de un patrón nacional en este campo. LACOMET no lo tiene y la mayoría de industrias locales que deben calibrar sus equipos los envían al exterior.

LAFTLA recientemente ocupa un espacio de 90 m² en el nuevo edificio de Ingeniería Eléctrica ubicado en la ciudad de la investigación, cerca del campus principal de la Universidad de Costa Rica en San Pedro, San José.

Este nuevo espacio se cuenta con un área para laboratorio académico, un espacio para prácticas experimentales y ensayo y un espacio para laboratorio de calibración en Fotometría y Radiometría en proceso de acreditación INTE-ISO/IEC 17025. Las figuras 3 a 5 ilustran algunos detalles del LAFTLA aún en proceso de montaje.



Fig. 3 Espacio vacío para academia y prácticas experimentales



Fig. 4 Espacio acomodado para prácticas experimentales y laboratorio de ensayo



Fig. 5 Espacio en proceso de acreditación para laboratorio de calibración

En LAFTLA se cuenta actualmente con un espectrómetro CVI SM-110 y un monocromador Spectral Products modelo CM-110 1/8 m para 300 nm a 1650 nm, medidores de potencia óptica marca ThorLabs Modelo PM120 (50 nW a 50 mW) (400 a 1 100 nm) y Coherent Laser Check (0,5 μ W a 1W) (400 a 1 064 nm), Láseres de Melles Griot CW HeNe 632,8 nm (1 a 15 mW), 542 nm (3 mW), Láser sintonizable Research Electro Optics HeNe (5 longitudes de onda) de 5 mW, JDS (Láser HeNe modulable 10 kHz 632,8 nm 1 mW, AB Láser Nd:YAG (CW y pulsante hasta 60 W), equipo de óptica e interferómetros marca Newport, Thorlabs y Pasco, cabezas de fotodiodos calibradas para UV, visible e IR de diversas marcas, se cuenta con varios tableros y mesas ópticas, equipo de cámaras y captura de vídeo marca Sony y equipo marca Optosci y Agilent para fibra óptica entre otros. Actualmente se trabaja en el montaje de un banco fotométrico de 3,6 m de largo, la futura adquisición de equipo marca GigaHertz Optik y KEPCHO para establecer además el patrón nacional de la candela y un patrón secundario para trazabilidad utilizando lámparas tipo FEL para iluminancia y luminancia. Se trabaja en un banco para calibración de radiómetros para Láser IR, emisores UV y un montaje para calibración de medidores de potencia en fibra óptica marca Fluye y OTDR marca Agilent modelo 6006B.

4. DESARROLLO DE LABORATORIO FOTOMETRICO EN CNFL

La CNFL presta servicios a los abonados ubicados en el Área Metropolitana y lugares aledaños, entre los que se encuentran comprendidos Alajuela, Heredia y Cartago; suministrando así el 50% de la electricidad que se consume en el país. La compañía brinda cuatro tipos de servicios:

residencial, comercial, industrial y alumbrado público. Atiende cerca de 30000 lámparas de alumbrado público. Esta se nutre de dos fuentes energéticas, una de ellas es el ICE que constituye el 92% del total de la energía, mientras que la otra fuente es la generación propia. El ICE atiende cerca de 150000 lámparas de alumbrado público. La CNFL ha logrado satisfacer las necesidades energéticas de sus abonados de una manera eficaz, gracias a que el trabajo desarrollado, ha sido de carácter intensivo a toda la población servida. Actualmente esta compañía trabaja como una subsidiaria del ICE, es decir contribuye con la producción de energía eléctrica, dando así servicios eléctricos de calidad a nuestro país.

En el ámbito de Costa Rica a partir de 1992 la CNFL fue nombrada coordinadora nacional del proyecto Manejo de Demanda y Uso Racional de Energía en el Istmo Centroamericano., A la luz de lo indicado anteriormente se creó en la CNFL el Programa Conservación de la Energía. Hoy día la Dirección de la Conservación de la Energía se aboca a instaurar medidas y soluciones técnicas que logren un adecuado uso de la energía.

En este sentido desarrolla programas y acciones que se extienden en las áreas de alumbrado público, ahorro energético, el manejo de la demanda, la corrección del factor de potencia, análisis de curva de carga, así como la educación y promoción del uso eficiente de la energía.

Entre ellos se crea la necesidad de un laboratorio fotométrico para calibración y de luxómetros utilizados en las funciones de alumbrado público. Actualmente se cuenta con espacio de 25 m² para el laboratorio fotométrico. Las figuras 6 a 8 ilustran algunos detalles del montaje de laboratorio en CNFL.



Fig. 6 Equipo para montaje de laboratorio fotométrico



Fig. 7 Espacio para laboratorio de calibración



Fig. 8 Etapa de fabricación de banco fotométrico

Actualmente, en CNFL, este laboratorio de calibración de fotómetros para alumbrado se denomina Laboratorio de Alumbrado e Iluminación, está ya construido y cuenta con el equipo básico marca GigaHertz Optik que incluye dos FEL y un optómetro (instrumento altamente eficiente de un canal simple diseñado para uso multipropósito en aplicaciones fotométricas y radiométricas) calibrado por National Institute of Standards and Technology (NIST) y los herrajes para el montaje del banco fotométrico.

5. RESULTADOS PARA UN CONVENIO

En Costa Rica hay muchos usuarios interesados en calibración de fotómetros entre ellos los ingenieros de iluminación de interiores, arquitectos en luminotecnia, en menor grado luminancia de carreteras, medición de alumbrado público y de exteriores así como en la industria para reflexión desde papel, transmitancia de plásticos y acrílicos, industria de la pintura y otros. Actualmente sólo LACOMET cuenta con patrones para calibración de espectrofotómetros.

A partir de esto se cierran frentes entre LAFTLA y CNFL para definir un convenio, considerando la parte científica del LAFTLA y la parte aplicada de la

CNFL. Las partes están de acuerdo a que el Programa se circunscriba entre otros a los siguientes temas:

1. Metrología con estimación de incertidumbres en Fotometría y Radiometría: establecer las bases para mediciones metroológicas tanto en la CNFL como en el LAFTLA que conduzcan a documentación para un Sistema de Calidad, y para que en la CNFL los empleados utilicen las mediciones de sus equipos en el campo considerando las incertidumbres.
2. Calibración y ensayo para alumbrado público e iluminación en general: brindar servicios como laboratorio de calibración utilizando los equipos y el banco óptico para calibrar fotómetros en general tanto para la CNFL, el LAFTLA así como otras instituciones, y brindar servicios de laboratorio de ensayo en forma similar que serían cobrados a quien lo requiera. La CNFL aporta equipo e infraestructura específico para fotometría y otros que adquiera en el futuro, así como personal de ingeniería relacionado a alumbrado y conservación de energía. LAFTLA aporta una gran variedad de equipos, instrumental e infraestructura en fotometría y radiometría además del apoyo técnico.
3. Eficiencia energética: la idea es hacer un mejor uso de los recursos utilizando equipos calibrados y eventualmente ajustados según se requiera, para promover una apropiada iluminación con diversos tipos de fuentes y luminarias y las mediciones de campo en diversas aplicaciones.
4. Desarrollo de patrones nacionales e intercomparación internacional: ante la falta de patrón primario para fotometría en el país que realice la unidad correspondiente (la candela) y el subsiguiente desarrollo de definiciones de patrones secundarios, estos laboratorios contarían con la materialización tanto de lámparas y detectores para la candela como para radiancia, iluminancia y flujo luminoso entre otros, así como patrones para radiometría en forma similar. Con esto se logra un trabajo de investigación y desarrollo científico para intercomparaciones y acreditación a nivel nacional como laboratorios INTE- ISO/IEC 17025.
5. Capacitación en temas relacionados a Fotometría, Radiometría e inclusive Colorimetría: para apoyar a la industria nacional en estos temas.

5. COMENTARIOS FINALES

Ante el desarrollo actual de los laboratorios fotométricos en Costa Rica se puede concluir con el proceso que actualmente se realiza. La CNFL aportará al Programa la infraestructura, instrumentación y personal de su Laboratorio de alumbrado e iluminación. Se designará un profesional responsable del Programa dentro de esta institución.

La UCR aportará al Programa infraestructura, instrumentación, personal y programas de capacitación y asesoría en su Laboratorio de Fotónica y Tecnología Láser, que se encuentra inscrito en la Vicerrectoría de Investigación y cuenta con un programa de Capacitación en Fotónica y Láser inscrito en la Vicerrectoría de Acción Social. Se designará un profesional responsable del Programa dentro de esta institución.

Ambas partes se comprometen a acreditación nacional de acuerdo a los lineamientos establecidos y con la correspondiente coordinación de entes nacionales en sus respectivos ámbitos de competencia, para desarrollar un programa costarricense de radiometría y fotometría.

Ambas partes se comprometen a unir esfuerzos para conseguir los fondos necesarios que refuercen el Programa tanto en infraestructura, equipamiento y recursos humanos.

La UCR aportará estudiantes de ingeniería y de arquitectura para que puedan realizar sus proyectos de graduación y práctica profesional en los laboratorios del Programa en la CNFL y el LAFTLA después de haber llevado cursos en el tema en sus carreras.

El proceso de acreditación de estos laboratorios en fotometría y posiblemente en radiometría se está iniciando este año con el objetivo de ser reconocidos por LACOMET y poder participar en simposios e intercomparaciones futuras de acuerdo al desarrollo que se presente esta área en el país.

AGRADECIMIENTOS

Universidad de Costa Rica.

Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Ministerio de Ciencia y Tecnología.

LACOMET.

FUNDEVI (Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación).

REFERENCIAS

- [1] CINDE, Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo, Informe año 2005, <http://www.cinde.org/informes/informe2005.pdf>, San José, Costa Rica.
- [2] La Gaceta, No. 151, 8 de agosto del 2001, decreto No. 29 660-MEIC, Diario Oficial de Costa Rica, Imprenta Nacional, San José Costa Rica.
- [3] La Gaceta, Poder Legislativo, 21 de mayo del 2002, Ley 8279, San José, Costa Rica, Diario Oficial de Costa Rica, Imprenta Nacional, San José Costa Rica.
- [4] Norma INTECO, 2000-03-30, Código INTE-ISO/IEC 17025:2000, Instituto de Técnica de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- [5] Luis Diego Marín Naranjo, "Estudio de patrones radiométricos y Fotométricos y metrología óptica para Costa Rica", Proyecto de investigación No. 731-A2-135, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2003.