

Racionalización de la compra de lámparas, balastos y luminarias en el alumbrado público

Gonzalo Casaravilla, Ventura Nunes, Jesús Vignolo
Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería
Universidad de la República
J. Reissig 565, CP 11300, Montevideo Uruguay.
Email: gcp@iie.edu.uy jesus@iie.edu.uy nunes@iie.edu.uy
Tel: +598 2 7110974 Fax: +598 2 7117435

Resumen

En el presente trabajo se describe el trabajo realizado entre el Laboratorio de Fotometría de la Universidad, el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas y la Intendencia Municipal de Montevideo a los efectos de mejorar la calidad en la compra de suministros para el alumbrado público. Incluye el resultado del análisis del marco normativo, los procedimientos de certificación de calidad a incluir en los pliegos de compra y el plan de equipamiento del laboratorio de ensayos asociado. Finalmente se ejemplifica respecto a los beneficios que se obtienen al realizar mejores medidas y se propone para las lámparas, como ejemplo, un procedimiento de penalización por el no cumplimiento de los valores garantizados.

Introducción

La Intendencia Municipal de Montevideo, a través de su Unidad Técnica de Alumbrado Público (UTAP) se ha propuesto mejorar la calidad de los suministros básicos del alumbrado. A tales efectos ha suscrito con la Universidad de la República un convenio por el cual el Grupo de Trabajo de Fotometría e Iluminación del Instituto de Ingeniería Eléctrica presta asesoramiento técnico referente a la normativa internacional existente y a la inclusión de procedimientos de verificación de cumplimiento de las mismas en los pliegos de licitación. También colabora en esta tarea el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT), quien es el referente Nacional normalizador. Es de destacar la gran colaboración recibida por parte del Laboratorio de UTE (empresa eléctrica del estado). Es allí donde se mantienen los patrones de alterna y se realizan algunos de los ensayos vinculados a los suministros en alumbrado. En general, dadas las dimensiones del mercado, se trata de optimizar recursos nacionales y de no duplicar esfuerzos, por lo que se está en constante colaboración entre los laboratorios respectivos.

Marco Normativo

Se pueden establecer diversos niveles normativos. Por ejemplo en el primer nivel, se encuentran las normas de los organismos sectoriales o entidades de clase como ser: ASME, API, IEE, SAE en E.E.U.U., o la AADL (Asociación Argentina de Luminotecnia) en Argentina, etc.. En el nivel inmediatamente superior están las normas nacionales elaboradas por los organismos Nacionales de Normalización. Ej.: UNIT en Uruguay, IRAM en Argentina, DIN, en Alemania, BSI en Reino Unido, etc.. El nivel siguiente lo constituyen las normas regionales, como ser las normas NM del Mercosur, las EN del Comité Europeo de Normalización, las COPANT de la Comisión Panamericana de Norma Técnicas, etc.. Finalmente, en la cúspide de la pirámide se encuentran las normas internacionales ISO e IEC elaboradas por la International Organization for Standardization y por la International Electrotechnical Commission, respectivamente). Las normas IEC, en particular, cubren el ámbito de la electrotecnia, la electrónica, la tecnología de la información y los temas relacionados. En el caso específico de este trabajo de asesoramiento fueron tomadas como normas de referencia las siguientes normas internacionales. Por otra parte el Mercosur ha adoptado como criterio el tratar de adaptarse a dicha normativa internacional.

Lámpara de sodio de alta presión	662
Lámparas de mercurio de alta presión	188
Balastos	922, 923
Luminarias	598-1, 598-2

Especificaciones técnicas

A los efectos de verificar la calidad de los suministros y el cumplimiento de la normativa solicitada, se elaboró el siguiente procedimiento incorporado en los pliegos técnicos de las respectivas licitaciones. Se transcribe como ejemplo el caso de las Luminarias.

“(transcripción textual)

Procedimiento para la certificación de calidad de los suministros.

Luminarias para alumbrado público.

La IMM dispondrá dentro de lo especificado en las normas referidas IEC 598-1 y 598-2 u homologadas la realización de los ensayos de las partidas de luminarias.

A tales efectos utilizará, por ejemplo, los servicios de UNIT o el IIE como organismos certificadores y de los servicios del IIE o Laboratorio de UTE como entes de referencia para la realización de ensayos.

El procedimiento a utilizarse para verificar la calidad de los suministros será:

1. Verificación de los tipos.

El oferente deberá declarar que su luminaria verifica la norma referida anteriormente.

Deberá presentar además en su oferta los certificados de ensayo que incluya la verificación de las características definidas como de tipo indicadas en la columna marcada como "TIPO" de la tabla anexa que se corresponde con ítems de la norma referida. Dichos certificados deberán haber sido emitidos por un laboratorio independiente de reconocido prestigio.

Con la oferta deberá presentar muestra fiel del suministro ofertado. La IMM se reserva el derecho de rechazar la oferta si verifica que alguno de los datos garantizados no son cumplidos por la muestra presentada incluyendo los datos fotométricos y su acuerdo con los escenarios. Se subraya que la aceptación de la muestra no podrá ser interpretada en ninguna circunstancia como causal de aceptación del suministro a entregar por el adjudicatario del contrato.

Asimismo el oferente garantizará los datos fotométricos de sus luminarias en el o los escenarios descritos en el anexo 2. Los escenarios serán determinados por la IMM de acuerdo con el objeto de la compra.

2. Verificación de los datos garantizados.

Previo a la recepción final será realizada una verificación del cumplimiento de los datos garantizados. Por lo menos se realizarán los ensayos especificados en la columna marcada como "VERIFICACION" de la tabla anexa sobre 10 unidades elegidas al azar cada 1000 o fracción de cada lote.

Con respecto a los datos fotométricos, se realizará una verificación análoga a la efectuada en la muestra.

Estos ensayos de verificación serán de cargo de la IMM y serán realizados en los laboratorios establecidos anteriormente.

El oferente podrá asimismo proponer la realización de estos ensayos en su laboratorio que deberá estar homologado por otro laboratorio o institución

de reconocido prestigio. En este caso la supervisión será de la IMM o quien ella designe a su costo, mientras que el costo asociado con la realización de los ensayos será por cuenta del oferente.

Se deberá incluir en la oferta el tiempo estimado que insumirán los ensayos, el laboratorio o institución que realizó la homologación para estos fines y el equipamiento y procedimientos de ensayos del oferente.

Realizada la verificación para que se considere que hubo falla basta que una unidad no cumpla lo especificado en uno de los ítems.

En caso de presentarse falla la IMM tomará las acciones que considere más convenientes tales como rechazar la partida, efectuar la totalidad de los ensayos de recepción de los Lotes como se describe seguidamente o volver a repetir los ensayos de verificación de todos o algunos de los datos garantizados.

En caso de repetición se ampliara la muestra al doble de lo especificado anteriormente. De subsistir la falla la IMM podrá rechazar todo el lote.

3.- Recepción de los lotes

Los ensayos de recepción de los lotes se efectuarán en laboratorios externos o en los laboratorios del fabricante bajo supervisión de técnicos del organismo certificador.

El control se realizará por muestro y el lote será aceptado si la cantidad de defectos en la muestra cumple con el criterio de aceptación.

Se realizarán los mismos ensayos que los indicados en la columna "VERIFICACION" de la tabla anexa.

Se realizará una inspección por atributos según los especificado en la norma UNIT 472 utilizando un plan de muestreo doble con AQL=4%, nivel de inspección normal.

El tamaño de la muestra se determinará en función del tamaño del lote según lo especificado en la norma UNIT 472.

Los costos de estos ensayos de recepción serán de cargo del oferente y los costos de la inspección realizada por el organismo certificador (en origen o localmente) serán de cuenta de la IMM.

ANEXO 1: Norma 598

ENSAYO	TIPO	VERIF .	ITEMS. DE LA NORMA	OBSERVAC.
Marcado	X	X	3-2 3-3	Inspectivo
Resistencia Mecánica	X	X	4-13	
Resistencia a la Corrosión	X	X	4-18	
Resistencia a penetración de polvo, cuerpo sólido y humedad	X	X	9-2 9-3	Indice IP
Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctica	X		10-2	
Puesta a tierra	X	X	7-2	
Endurancia y calentamiento	X		12-3 12-4	

" fin de la transcripción.

Solamente se muestran las tablas correspondientes a las luminarias. Las de los demás rubros son similares. El concepto final detrás de este procedimiento es poder realizar ensayos de recepción de equipos que permitan acotar las posibilidades de malos suministros pero que no sea necesario llegar a la realización de los ensayos llamados "Recepción de

lotes" que involucran gran cantidad de ensayos. Asimismo el procedimiento permite seleccionar a su saber y entender, en el momento de la presentación de las ofertas, las muestras en que existe sospecha de anomalías, verificar esas muestras y eventualmente descalificar las ofertas correspondientes.

Plan de remodelación del Laboratorio

La realización de ensayos bajo norma requirió la remodelación del Laboratorio de Fotometría e Iluminación del Instituto de Ingeniería Eléctrica.

Hace un año, nuestra capacidad de ensayo era extremadamente limitada al tener un goniómetro alfa-beta manual. No teníamos lámparas de referencia de calibración reciente, por lo que el uso de nuestra esfera integradora de flujo de 1.5m de diámetro se veía relegado a medidas de rendimiento. La pintura de la misma necesitaba una verificación. El luxímetro que teníamos carecía de calibración reciente y su característica $V(\lambda)$ era desconocida. Sí contábamos con software adecuado pero éste tenía la limitación de ofrecer los resultados de ensayo fotométrico en la matriz alfa-beta medida. No contábamos con balastos de referencia para el ensayo de lámparas y balastos y nuestra capacidad de medir balastos se veía limitada por los vatímetros que poseíamos.

El proyecto de remodelación se basó en los siguientes puntos

- Mejora de la medida de flujo luminoso, tensión, corriente y potencia.
- Adquisición de balastos y lámparas de referencia.
- Establecer un procedimiento de calibración y trazabilidad de patrones secundarios.
- Establecer y documentar procedimientos de ensayo de acuerdo a norma.
- Aumentar la capacidad de cálculo ofreciendo resultados de ensayo de acuerdo al requerimiento internacional (CIE)
- Capacitación

Como resultado de esta política de realizaron las siguientes acciones.

Compras

- Luxímetro. LMT POCKET LUX 2B.
- Watímetro. Yokogawa WT130/CH4/Harm.
- Multimetros. Fluke 45 (2).
- Balasto de referencia. WPI MOD. N° 24688
- Estufas

Obras

- Entrepiso para oficina en la sala de la esfera
- Acondicionamiento de dos bancos de trabajo en la sala de la esfera.
- Acondicionamientos lumínico, eléctrico, físico y pintura de:
 - Sala Fotometría
 - Sala de la Esfera
 - Sala de envejecimiento

Actividades específicas

- Acondicionamiento del goniómetro (ajuste y medida).
- Estudio de norma CIE y adaptación a planos C, gama
- Estudio de variación de flujo de lámparas con su inclinación
- Especificación de la automatización de ensayo de curvas fotométricas
- Acondicionamiento del banco fotométrico.
- Montaje del luxímetro nuevo en la esfera.
- Recubrimiento con pintura especial de la esfera aportada por UTE.
- Medidas previas y posteriores al pintado de la esfera.
- Calibración de la esfera y luxímetro LMT con lámparas patrón.
- Estudio de la estrategia de calibración de la esfera.
- Relevamiento de los patrones de iluminación del IIE existentes.

- Búsqueda de Lámparas de referencia en coordinación con UTE.
- Verificación y ajuste del balasto nuevo en UTE.
- Visita técnica al INTI.
- Pasantía de una semana en el INTI.
- Ensayo de luminaria Strand en el INTI para contrastación con el IIE.
- Calibración del luxímetro LMT en el INTI.
- Contrastación de luxímetros: UTE, LMT, Hioki.
- Medida de flujo de dos patrones secundarios en el INTI.
- Medida de flujo de dos lámparas de mercurio de referencia en el INTI.
- Medida de transmitancia de vidrio filtro de nuestra esfera en el INTI.
- Determinación de los patrones secundarios a mantener en el IIE.
- Visita técnica al CIC (La Plata).
- Charlas de Iluminación: Grupo LUX-ROU.

Cursos de actualización profesional.

- *PROYECTO Y EXPLOTACION DEL ALUMBRADO PÚBLICO* Dr. Ramón San Martín Páramo y Carlos Sierra. Universidad Politécnica de Cataluña
- *ALUMBRADO PÚBLICO: USO RACIONAL DE LA ENERGÍA Y DE LOS MATERIALES.* Ing. Carlos R. G. Cazabat, Ing. Gustavo A. Boggio Marzet, Ing. Eduardo D. Yasan. INTI, Provincia de Buenos Aires, Rep. Argentina.

Primeros resultados

Como resultado de las primeras licitaciones y la implementación de los procedimientos de verificación de calidad, se obtiene una valiosa experiencia que se traslada a la mejora de los pliegos, incluyéndose en los mismos criterios relativos de aceptación y rechazo de partidas y penalizaciones por rendimientos bajos.

Como ejemplo se presenta el resultado del primer ensayo de verificación de lámparas de mercurio efectuado y las recomendaciones de criterios de aceptación, rechazo y penalizaciones

“(transcripción textual)

Informe técnico

Alcances

El presente informe técnico se restringe a evaluar el cumplimiento de la NORMA CEI 188 en las lámparas de vapor de mercurio retiradas mediante muestreo de los lotes entregados por xxxxx S.A y recibidos por la IMM .

Lotes recibidos - Muestras retiradas

• *Licitación xxx/96*

Grupo	Potencia	Lote	Retiradas
1	125W	8000	40
2	250W	3000	15
3	400W	2000	10

• *Licitación xxx/96*

Grupo	Potencia	Lote	Retiradas
4	125W	1400	7

El retiro de las muestras se realizó en la UTAP en presencia de técnicos de la IMM, UNIT, FI y xxxxx S.A. según lo especificado en los pliegos de licitación.

Resultados particulares por Grupo

Grupo 1.- *Una de las lámparas nunca encendió. De las 39 restantes, en 17 lámparas, el flujo luminoso validado es menor que el 90% del valor nominal. Como resultado global promediando las 39 lámparas, el flujo lumínico es de 90% y los lúmenes/watt es de 89% de los valores nominales.*

Se necesitarían 11% más de lámparas y se consumiría 12% más de potencia si se quisiera dar un nivel de iluminación de acuerdo a valores nominales.

Grupo 2.- De las 15 , en 8 lámparas, el flujo luminoso validado es menor que el 90% del valor garantizado. Como resultado global promediando las 15 lámparas, el flujo lumínico es de 89% y los lúmenes/watt es de 91% de los valores nominales. Se necesitarían 12% más de lámparas y se consumiría 10% más de potencia si se quisiera dar un nivel de iluminación de acuerdo a valores nominales.

Grupo 3.- Las 10 lámparas dan un flujo luminoso validado mayor que el 90% del valor garantizado. Como resultado global promediando las 10 lámparas, el flujo lumínico es de 95% y los lúmenes/watt es de 95% de los valores nominales. Se necesitarían 6% más de lámparas y se consumiría 5% más de potencia si se quisiera dar un nivel de iluminación de acuerdo a valores nominales.

En este grupo, tres lámparas no pasaron el ensayo de torsión de casquillos aflojándosele el mismo.

Grupo 4.- Las 7 lámparas dan un flujo luminoso validado mayor que el 90% del valor garantizado. Como resultado global promediando las 7 lámparas, el flujo lumínico es de 96% y los lúmenes/watt es de 98% de los valores nominales. Se necesitarían 4% más de lámparas y se consumiría 2% más de potencia si se quisiera dar un nivel de iluminación de acuerdo a valores nominales.

Propuesta de criterios de aceptación, rechazo y penalizaciones

Se han presentado aspectos en los cuales no se cumple la norma, como ser, casquillos, cebado y flujo luminoso.

- **Casquillos y Cebado**

Con respecto a los grupos en que estos ensayos no se cumplieron íntegramente, proponemos rechazar las partidas.

Para el caso de la lámpara que no encendió se propone hacer un nuevo muestreo a los efectos de realizar exclusivamente el ensayo de cebado.

En el caso del Grupo 3, en que la cantidad de fallos en casquillos es mayor proporcionalmente, proponemos pasar a realizar la Recepción de Lotes de acuerdo con lo establecido en los pliegos correspondientes.

- **Flujo luminoso**

La norma CEI 188 establece que una lámpara deberá satisfacer los valores de flujo luminoso en el entorno $\pm 10\%$ del valor nominal.

Usando el criterio estrictamente, los grupos en donde alguna unidad no satisface esta condición, debería ser causal de rechazo. Sin embargo, si se observa el promedio de los lúmenes que genera el grupo, se pueden compensar las unidades malas con las no tan malas y obtener promedios por encima del 90%.

Proponemos como criterio de **RECHAZO** de la partida que el promedio del flujo lumínico dé por debajo del 90% del valor garantizado.

En este caso, para el Grupo 2, proponemos realizar un nuevo muestreo para verificar este parámetro nuevamente.

Se deja constancia que el error de medida de flujo de 7% se sumó al valor medido, dando lo que hemos llamado el "valor validado". Este procedimiento representa una ventaja para el proveedor. Este error de medida, es la intención en el futuro reducirlo, por lo que la condición de aceptación será más difícil de cumplir.

Si tenemos en cuenta el promedio de los lúmenes por watt que presenta un grupo de lámparas, se pueden sacar conclusiones de la repercusión energética que esa partida ocasiona.

Proponemos como criterio de **PENALIZACION**, un descuento en el pago al proveedor proporcional a la potencia extra que habría que suministrar en el promedio de las lámparas del grupo para obtener el mismo nivel de iluminación que el garantizado. Esta penalización no sería aplicable en esta licitación pero se sugiere incluir esta consideración en futuros pliegos de compras.

Con estos criterios, solo teniendo en cuenta el aspecto flujo lumínico, se tendría el siguiente cuadro de aceptaciones, rechazos y penalizaciones.

GRUPO	%Lm	Aceptación	Penalización [%]
1	90	SI	12
2	89	NO	10
3	95	SI	5
4	96	SI	2

Conclusión

Como conclusión global y de acuerdo a los criterios expuestos se tendría para estas licitaciones y para cada grupo, el siguiente cuadro de Aceptaciones/Acciones a tomar.

GRUPO	Aceptación	Acciones a tomar
1	NO	Nueva VERIFICACION. Ensayo de cebado.
2	NO	Nueva VERIFICACION. Ensayo de flujo.
3	NO	RECEPCION de LOTES. Ensayo de casquillos.
4	SI	

” fin de la transcripción.

Mejoras en la precisión en las medidas

Del informe técnico precedente, tomando como ejemplo la ciudad de Montevideo, en el caso de comprar lámparas con las características y valores medidos en el grupo 1, el costo de la energía adicional que habría que suministrar por año para tener el mismo nivel de iluminación medio sería de 610000 U\$s.

Se hace notar que no se tiene en cuenta el costo resultante de 11% de picos de luz adicionales que deberían instalarse.

Si mejoráramos el error de medida a un 5%(hoy situado en el 7%), el VALOR VALIDADO bajaría y el mismo cálculo daría un costo adicional de energía anual evaluada en 750000 U\$s.

Como conclusión parcial, resulta claro que vale la pena tratar de mejorar y mantener errores de medida garantizados menores. Como consecuencia de esta forma de pensar y siempre con el apoyo de la IMM estamos procediendo a comprar mejor instrumental de medida.

Conclusiones

Resta mucho por recorrer. La problemática asociada con la luminotecnica, sumada a la complejidad y al costo de mantener un laboratorio específico en funcionamiento, asegurando además su permanencia en el tiempo, no es trivial.

El apoyo manifiesto, constante y contante que hemos recibido y recibimos por parte de la IMM a través de la UTAP es uno de nuestros pilares. Es a través de ellos que en definitiva prestamos el servicio a la sociedad, con el nivel exigible a un laboratorio Nacional, aún mayor por ser

Universitario. Los lineamientos de expansión del laboratorio actuales pasan por la automatización de las medidas (en particular del fotogoniómetro), la mejora y ampliación del instrumental, la incorporación de comunicaciones GPIB, la mejora de los informes de ensayo de luminarias, la mejora de su software asociado, la complementación con ensayos mecánicos básicos (grados de protección IP) y la formación de nuestros técnicos.