



Algunos elementos empleados en el diseño de iluminación del CITI

Some elements used in the CITI illumination design

Ricardo Hidalgo- Valdés
Yovannia Gámez- Marante
Divier Remedos -Suárez

Orestes Hernández - Areu
Arianne Hernández - García

Recibido: Noviembre del 2009
Aprobado: Diciembre del 2009

Resumen/ Abstract

Se presentan elementos de los estudios y proyectos realizados con un sistema de iluminación novedoso en Cuba y de reciente aparición en un objetivo civil que se construye en la Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría (CUJAE), llamado Centro de Investigaciones de Tecnologías Integradas (CITI). Este sistema redimensiona las bases de diseño y conceptos que se manejan en esta especialidad, reforzándose los relacionados con la funcionalidad, eficiencia y sostenibilidad de cada una de sus partes y componentes como son; fuentes de luz primaria, elementos ópticos, balastos y sistemas de control. Se exponen sus características y posibilidades con lámparas fluorescentes. Se esboza en qué consiste su "inteligencia" y se ejemplifica con parte de los proyectos realizados, evaluándose las ventajas que se obtienen. La aplicación de los resultados presentados reduce la potencia total instalada y la densidad de potencia por local.

Palabras clave: iluminación, proyecto de iluminación

The elements of the studies and projects carried out with a novel illumination system in Cuba of recent appearance in an objective that is built in the University Citi José Antonio Echeverría (CUJAE), call Center of Reaserches of Integrated Technologies (CITI), are presented. This system resize the design bases and concepts that are managed in this specialty, being reinforced those related with the functionality, and efficiency of each one on their components as; primary light sources, optic elements, ballasts and control systems. Their characteristics and possibilities are exposed with fluorescent lamps. It is explained on what consists its "intelligence" and it is exemplified with part of the carried out projects, being evaluated the advantages that are obtained. The application of the presented results reduces the installed total power and the density of power for room.

Key words: illumination, project of illumination

INTRODUCCIÓN

En otros tiempos, la energía disponible en relación a la demanda de consumo humano era abundante. En la actualidad se puede decir que los recursos naturales han sido excesivamente explotados por el hombre para la obtención de esta energía, razón por la cual cada vez son más escasos.

Se pueden describir tres tipos de medidas para el uso más eficiente de la energía:

- 1- El recorte, es decir, prescindir de su uso.
- 2- La reforma, que consiste en cambiar los hábitos de vida y la forma de producción de los bienes y servicios.
- 3- El tercer tipo de medidas implica un uso más eficiente de la energía para adaptarse a su mayor costo.

Esta última alternativa es más fácil de aceptar por la sociedad en general. Es por ello que el diseño de alumbrado que aquí se presenta está marcado sobre la premisa de lograr una alta calidad en los servicios con soluciones técnicas que permitan una elevada *eficiencia energética*.

DESARROLLO

Generalidades.

Cerca del 50 % de la energía consumida en el mundo desarrollado se destina a edificios. Con la tecnología moderna para ahorro de energía, el consumo se puede llegar a reducir un 20 % en un periodo de cinco años. Es por ello que se debe estimular la construcción de diseños con buen aislamiento térmico, uso eficaz de la energía en la iluminación, instalación de sistemas de control de energía y de aparatos modernos y eficientes para calefacción, aire acondicionado, cocinas y refrigeración. La información sobre la eficiencia del funcionamiento de los equipos ayuda a elegir el sistema más adecuado.

La utilización de materiales y tecnologías más eficientes y la interacción respetuosa con los recursos naturales del medio ambiente deben caracterizar a la Arquitectura del siglo XXI.

El Centro de Investigaciones de Tecnologías Integradas (CITI) es un proyecto cubano de colaboración entre el Ministerio de Educación Superior y el Ministerio del Interior de Cuba. Exige una instalación de primer nivel donde se realizarán investigaciones con empleo de la informática y la electrónica. Consiste en una edificación donde se mezclan la tecnología de punta y la ecología, donde se aprovecha al máximo la luz natural como elemento significativo del ahorro de energía y el uso del agua y la vegetación como elementos significativo del medio ambiente.

El CITI se ubicará en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE), sito en calle 114 No. 11901, en el Municipio Marianao, Ciudad de La Habana. Se microlocaliza al lado del Comedor de Estudiantes, ubicado en la calle principal del ISPJAE, por donde se accede a la Institución.

La instalación contará con cuatro niveles. En el primero o planta baja se ubicarán funciones docentes, de apoyo técnico y administrativas, así como áreas que brinden servicios a las funciones públicas y masivas asignadas, como salones de conferencias. En el segundo nivel se desea aprovechar la modulación estructural existente a fin de crear cinco bloques de locales, tres de ellos deberán estar dedicados íntegramente a laboratorios de tipo "open plan". Los restantes serán los locales técnicos y la dirección del centro. El tercer nivel, por construir, será un mezanine, en el cual se ubican tres laboratorios de acceso restringido y una terraza. En el cuarto nivel habrá una cafetería.

Para todo el diseño de la instalación de alumbrado se empleó equipamiento Philips.

IDEAS CONCEPTUALES DEL PROYECTO DE ILUMINACIÓN

La iluminación para las áreas interiores de trabajo debe tomar en cuenta las más modernas tendencias que el diseño lumino-técnico ha concebido para estos espacios acorde con el funcionamiento que se espera de los sistemas ingenieros. La iluminación debe funcionar acorde con la capacidad de luz natural disponible, por lo cual debe ser controlada por un sistema de automático que cumpla con estos requerimientos.

A partir de los conceptos y requerimientos de diseño que se exigen para el CITI se decidió diseñar con fluorescencia de alta tecnología y que estuviera fácilmente disponible en el mercado. Estas premisas provocaron que se hayan prefijado parámetros muy exigentes relacionados con la funcionalidad, la eficiencia y la sostenibilidad en cada una de las partes y componentes del sistema de iluminación. Estos parámetros fueron:

a) Fuentes de luz primaria.

Los sistemas de lámpara y equipo seleccionados (T5) consumen hasta un 22 % menos de energía que los sistemas provistos de equipos de control convencionales y si se combinan con controles de iluminación HF, el ahorro energético puede ser aún mayor.

Teniendo en cuenta el rendimiento en cuanto a temperatura y distribución de luz del sistema seleccionado, se reduce el número de luminarias a adquirir. De esta manera se disminuyen los costos de instalación, ya que se necesita menos material y mano de obra para llevar a cabo la instalación.

Debido a las dimensiones de las luminarias, es posible diseñar líneas de luz más estrechas. La miniaturización también da paso a nuevas posibilidades tales como la iluminación empotrada y el alumbrado de señales o del mobiliario.

b) Elementos ópticos.

En cuanto a los elementos ópticos de las luminarias, se necesita que los mismos tengan una alta eficiencia y que puedan mantener un buen control del deslumbramiento sobre los puestos de trabajo y en todas las direcciones, ambos requerimientos se cumplen con las ópticas seleccionadas C8 (de alto brillo), MGD (traslúcida con lamas verdes) y M2 (mate) de Philips.

c) Balastos.

A partir de la premisa de necesidad de detección de presencia y de integración de la intensidad de la iluminación artificial con los niveles de iluminación natural en determinadas áreas de trabajo, se necesitan balastos electrónicos de alta frecuencia que posibiliten la regulación y el control del alumbrado. Esta solución está presente en los balastos seleccionados, HFD acoplados a unidades de control ACL.

Este balasto presenta las siguientes ventajas sobre las reactancias convencionales:

- Ahorran energía, hasta un 25%, para la misma emisión de luz.
- Alargan la vida útil de la lámpara hasta 12 000 horas, es decir, un 50% más.
- Encendido instantáneo, sin parpadeo.
- Desconexión automática en caso de lámpara defectuosa.
- Consiguen un factor de potencia próximo a la unidad.
- Permiten regular la luz, de manera continua desde 10 a 100% del flujo, posibilitando el control de este en función de la aportación de luz natural, además de asociarse a sensores de detección de presencia.

d) Sistema de control.

El sistema de control de alumbrado requiere ser un sistema de atenuación automático diseñado para obtener el máximo confort y un ahorro de energía de manera automática. Se seleccionó el sistema de control "Actilume".

SISTEMA ACTILUME [1].

Se sabe que el consumo de energía supone entre el 50% y el 80% del costo total de un sistema de alumbrado.

El sistema Actilume consiste en un sensor y una unidad de control incorporada en la luminaria. Es el primer sistema listo para conectar y usar que sale al mercado. Basta con presionar el botón de modo para configurar el sistema para oficinas en cubículos o para oficinas planta libre "open plan". Se pueden elegir otras aplicaciones a través de la herramienta de selección de modo. Además la compensación de la luz se ha preprogramado dependiendo del lugar donde se ha colocado la luminaria (zona de la ventana o zona del pasillo).

Según la aplicación que se ejecute, el Actilume permite un ahorro de energía de hasta un 75 % lo cual tiene además, un impacto significativo en la reducción de la emisión de CO₂ a la atmósfera, ayuda a cumplir con las nuevas directivas de ahorro de energía y a alcanzar los objetivos de los acuerdos de Kyoto.

Este sistema de control de alumbrado consiste en un sensor y una unidad de control diseñados pequeños y ligeros para su fácil integración en las luminarias. Se usa con un concepto de "luminarias maestro-esclavos".

Las luminarias "maestro" tendrán incorporadas el sistema de control y mando que dará las ordenes de encender - apagarse y regulación del nivel de emisión luminosa sobre las luminarias esclavas y sobre ellas mismas.

Disponen de tres sensores:

- Sensor de luz que depende del ajuste de la luz natural.
- Sensor detector de movimiento para el control de la ocupación del local.
- Un receptor de rayos infrarrojos para control remoto.

Este último sensor contiene, además, un botón para cambiar de modo y para la calibración.

De forma opcional, el alumbrado se puede controlar manualmente, ya sea mediante interruptor cableado con un solo botón "tocar y atenuar" ("touch and dim") o por medio de un mando a distancia.

Los modos de aplicación se programan de la siguiente manera:

Oficinas en cubículos: Cuando entre suficiente luz natural, la intensidad de la luz artificial se reducirá automáticamente en la zona de la ventana. La zona de pasillo se iluminará con la intensidad de la zona de ventana más una compensación de un 30 %.

Pasillos: Encenderá y apagará el alumbrado en dependencia de la ocupación, 15 minutos después de haber detectado el último movimiento, la intensidad del alumbrado se reducirá al 20 % y permanecerá en este nivel durante 60 minutos más. Transcurrido ese tiempo, las luces se apagarán. Si se detecta algún movimiento durante el período de 60 minutos, las luces volverán a un nivel de 100 % de intensidad.

Open Plan: Cuando una persona entra en la oficina, las luces se encenderán automáticamente. A los 15 minutos de la detección del último movimiento, el nivel de alumbrado se reducirá en un 20 %. Este nivel se mantendrá durante 120 minutos hasta que el alumbrado se apague por completo.

Salones de Reuniones: En este tipo de aplicación, las luces siempre se tendrán que encender mediante un botón “tocar y atenuar” o un mando a distancia. Las luces se apagarán transcurridos 15 minutos desde el último movimiento detectado.

Baños: Cuando entra suficiente luz natural en el aseo, la intensidad de la luz artificial se reducirá automáticamente en la entrada. La intensidad de luz artificial en los cubículos permanecerá en el nivel predeterminado.

Existen cuatro configuraciones más que vienen predeterminadas y todas pueden ser cambiadas a posteriori a través del mando de control remoto.

PROYECTO DE ILUMINACIÓN

La proyección se realizó por el método “Punto a punto” del programa LX Studio de Lighting Team de la empresa Erka S.A.

En los salones de conferencias (excepto la Sala de Conferencias de 200 personas), las Aéreas Administrativas, Servicios Sanitarios, laboratorios, locales “Open Plan” y locales técnicos en general, todas las luminarias son para empotrar en el falso techo:

- Tipo comercial TBS 600 - 2 x 28 W/840 HFD - MDG.
- Tipo comercial TBS 460 - 2 x 28 W/840 HFD - C8.
- Tipo comercial TBS 460 - 2 x 28 W/840 HFD - M2.

En las áreas públicas como “lobbys” y pasillos principales del primero y segundo nivel, se utilizará alumbrado decorativo consistente en “luminarias Rotaris”, TPS 745, para suspender del techo, con lámparas fluorescentes circulares de 60 W. En las áreas de la cafetería y terrazas, se empleará alumbrado decorativo, consistente en un sistema espacial de alumbrado, donde se conjuga la proyección y la fluorescencia mediante lámparas y proyectores en una misma estructura. En las áreas técnicas, como closets eléctricos, cocinas, cámaras frías se utilizará en general, alumbrado funcional, consistente en las siguientes luminarias:

- Tipo industrial TCW 596 - 1 X TL-58 W IC-R para suspender del casetonado.
- Tipo industrial TCW 596 - 2 X TL-58 W IC-R para suspender del casetonado.

En el área de cocción, en el tercer nivel, se utilizará la luminaria tipo comercial TCW 504 - 1 x 58 W/840 IC-HT60 que soporta 60 °C, para suspender del casetonado. Se entiende por “casetonado” a una red de nervios que soportan las losas de la edificación en forma de cerramientos a 90° creando un reticulado de rectángulos que en algunas zonas del inmueble quedarán descubiertos a la vista y en otras se cubrirá con falso techo. En el área de estar del primer nivel y el teatro, se utilizará luminarias tipo cono con lámparas compactas de empotrar en falso techo, FBH145 2 X PLC-26 W. El diseño de alumbrado de las diferentes áreas, utilizando el sistema Actilume para cada caso, satisface los niveles de iluminación y parámetros de calidad exigidos por las normas vigentes [2-3], la disposición de las luminarias en los cuatro niveles del edificio se muestran a continuación: véase fig.1,2,3.



Fig.1. Plano de iluminación del primer nivel.

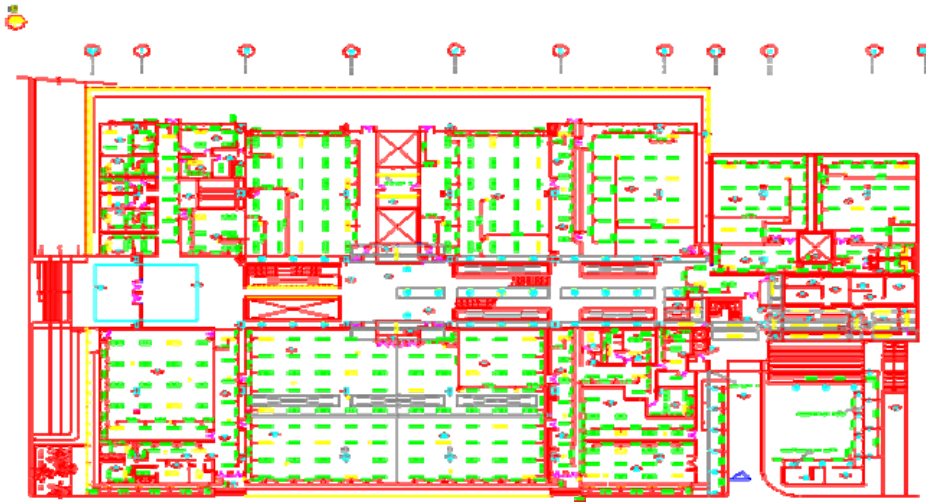


Fig. 2. Plano de iluminación del segundo nivel.



Fig. 3. Plano de iluminación del tercer y cuarto niveles.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Estos proyectos se pudieran ejecutar con un sistema convencional de iluminación y con lámparas fluorescentes de 36 W, lo que resultaría en una inversión inicial mucho más económica que la que implicaría la solución propuesta, sin embargo los costos de explotación y energía deciden que la opción propuesta sea la más factible técnico y económicamente.

El gráfico siguiente, muestra los valores de potencia activa instalada que se alcanzarían en cada nivel de la edificación con el uso de equipos convencionales, o sea, luminarias para lámparas fluorescentes de 36 W con balastos electromagnéticos. Estos valores se contrastan con los valores que se obtendrían empleando el sistema de iluminación propuesto.

Potencia Instalada (W).

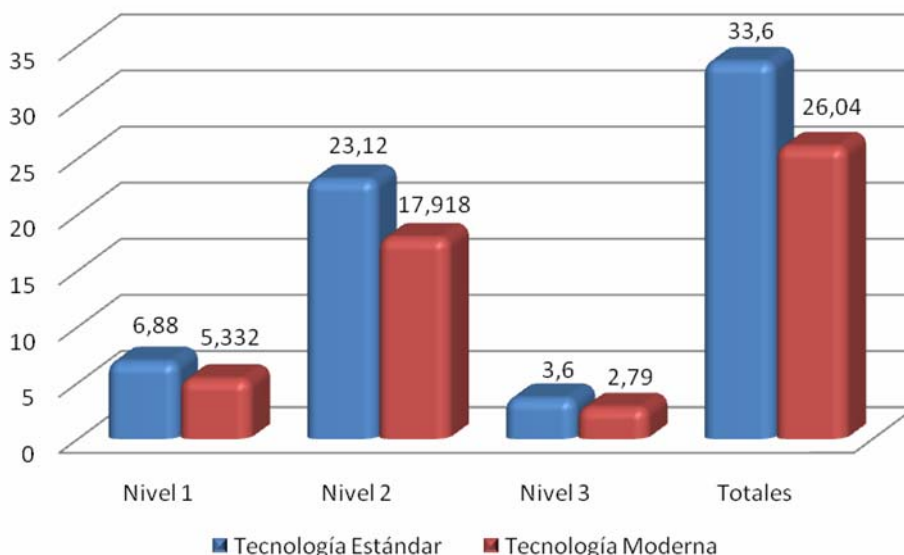


Gráfico .1. De potencia activa instalada por cada nivel de la edificación.

La potencia instalada total con un diseño convencional sería de 33 kW y con el empleo del sistema de iluminación propuesto, sería de 26 kW solo en las áreas de trabajo.

La diferencia anterior se extiende al indicador de densidad de potencia por metro cuadrado de local (W/m^2), llegándose a $8,84 W/m^2$ contra $11,41 W/m^2$ de haberse empleado una tecnología convencional y la misma distribución de luminarias. La gráfica siguiente lo muestra.

Densidad de Potencia (W/m^2)

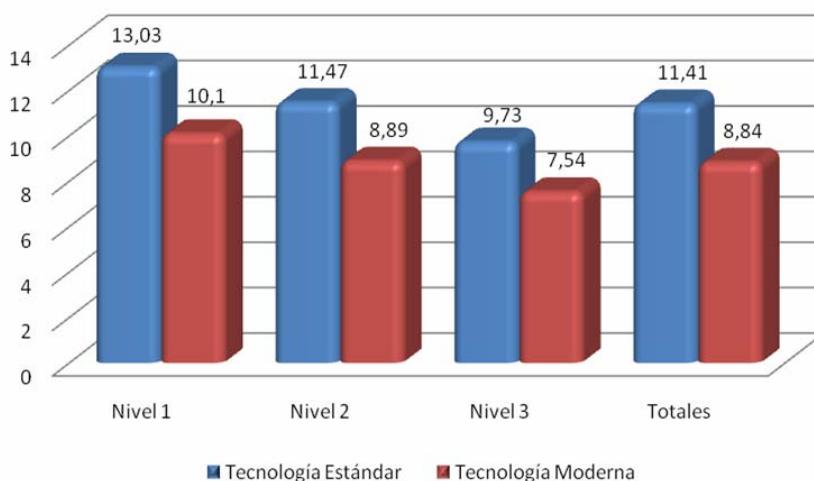
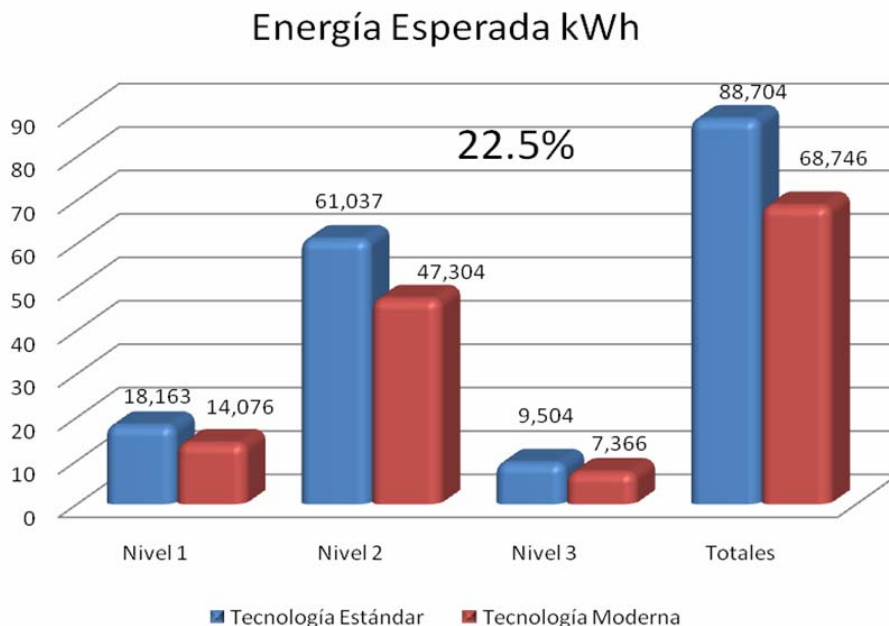


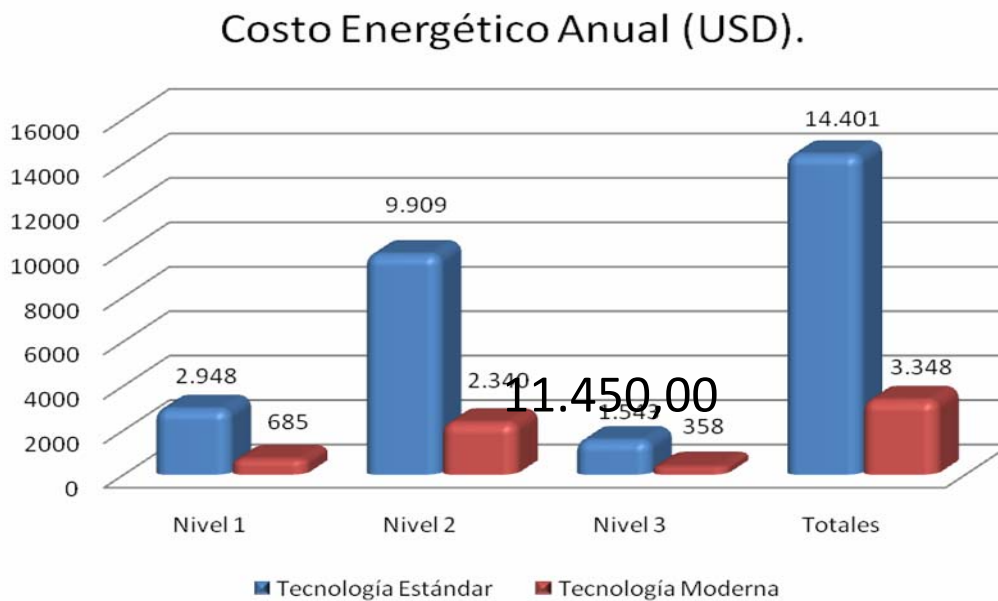
Gráfico 2. De densidad de potencia por metro cuadrado de local.

El análisis de estos gráficos muestra que el empleo del equipamiento propuesto más eficiente, dígame lámparas, balastos y ópticas, genera menor consumo energético lo cual se refleja de manera directa en la gráfica a continuación.



Gráfica 3. De energía en los espacios del edificio.

Si adicionalmente se cuenta con un sistema de control como el aquí presentado, la diferencia en los consumos llegaría a un 75 %. Esto llevado a términos económicos y de acuerdo a las tarifas vigentes en el país, representa 11 450 dólares menos a pagar cada año por concepto de consumo energético, como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 4. De costos de energía.

CONCLUSIONES

- 1- La aplicación de los resultados de este proyecto reduce la potencia instalada total de 33 kW a 26 kW solo en las áreas de trabajo. La densidad de potencia por metro cuadrado de local de 8,84 W/m² a 11,41 W/m². Esto llevado a términos económicos representa 11 450 dólares menos a pagar cada año por concepto de consumo energético.
- 2- Los efectos favorables del uso de este tipo de iluminación inciden:
 - a) De forma indirecta en el diseño del sistema de climatización al implicar el manejo de una cantidad mucho menor de energía a disipar en los ambientes interiores de la edificación.
 - b) De manera directa en el dimensionamiento de la instalación eléctrica al propiciar la selección de componentes más compactas, de menor capacidad nominal y por tanto menos costosa.

REFERENCIAS

- [1] *PHILIPS. Application Guide for Actilume System*. 1a Edición. Paris. Philips Electronics, 2008.
- [2] Oficina Nacional de Normalización. Iluminación de puestos de trabajo en interiores. ISO 8995: 2002 / CIE S008 – 2001, IDT. . 1ª Edición. La Habana. 2003.
- [3] *Oficina Nacional de Normalización. Iluminación. Requisitos generales higienico-sanitarios. NC19-01-11SNPHT*. 1a Edición. La Habana. 2000.

AUTORES

Ricardo Hidalgo Valdés

Ingeniero Electricista. Gerente del Grupo de Iluminación de la Empresa de Suministros Eléctricos ERKA sl. La Habana, Cuba.

email: hidalgo@erkasl.co.cu

Yovannia Gámez Marante

Ingeniero Electricista. Especialista Principal de la Empresa de Proyectos de Obras para la Industria Básica de Cuba.

email: ygamez@eprob.cu

Divier R. Remedos Suárez

Ingeniero Electricista Profesor Instructor, Facultad Eléctrica, Instituto Superior Politecnico José Antonio Echeverría Cujae , La. Habana. Cuba.

email: divier.rs@electronica.cujae.edu.cu

Orestes Hernández Areu

Ingeniero Electricista, Doctor en Ciencias Técnicas. Investigador Titular. Facultad de Eléctrica, Instituto Superior Politecnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba.

email: orestesh@electronica.cujae.edu.cu

Arianne Hernández García

Ingeniero Electricista

Especialista de la Empresa de Consultoría, Diseño e Ingeniería Constructiva del MININT.

La Habana. Cuba.

email: ecodic@mn.mn.co.cu