

# LA REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN UNA ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

*Reengineering applied to the lighting system in an industrial organization*

*A Reengenharia aplicada ao sistema de iluminação de uma organização industrial*

Carlos Cachimuel<sup>1</sup> , Joel Segura D´Rouville<sup>1</sup>  & Byron Remache-Vinueza<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Facultad de Ingenierías y Tecnologías de la Información y la Comunicación.  
Universidad Tecnológica Indoamérica. Machala y Sabanilla, Quito – Ecuador. Correo:  
[charli2510@gmail.com](mailto:charli2510@gmail.com), [juansegura@uti.edu.ec](mailto:juansegura@uti.edu.ec), [byronremache@uti.edu.ec](mailto:byronremache@uti.edu.ec)

Fecha de recepción: 23 de agosto de 2020.

Fecha de aceptación: 05 de noviembre de 2020.

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN.** El incremento de los precios en la energía eléctrica, el cambio climático, ha impulsado el cambio del mercado mundial de la iluminación hacia fuentes de luz energéticamente más eficientes, mediante un estudio de iluminación para la industria en general. **OBJETIVO.** Se realiza la toma de muestras y se aplica el procedimiento, para establecer su incidencia en la productividad en una organización industrial. **MÉTODO.** La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto y bibliográfico. Además, se respalda con un trabajo de campo. **RESULTADOS.** Los niveles de iluminación encontrados fueron contrastados con la Norma Europea (UNE-EN 12 464-1, 2003) (Iluminación en puestos de trabajo), con la cual se comprobó que los mismos no cumplen con la norma citada, presentando un 40% de incumplimiento, para el área objeto de estudio. **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.** Asimismo, se empleó el software de diseño y simulación DIALux evo 8.2, para desarrollar una propuesta del sistema de iluminación. Se comprueba, a través de Indicadores de productividad, un aumento del mismo en el orden de un 80% respecto a la producción y el costo de la energía eléctrica.

**Palabras claves:** Eficiencia energética, sistemas de iluminación, productividad.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The increase in electricity prices, climate change, has driven the shift of the global lighting market towards more energy efficient light sources, through a lighting study for the industry in general. **OBJECTIVE.** Samples are taken and the procedure is applied, to establish its incidence on productivity in an industrial organization. **METHOD.** The research is developed



Cachimuel, Segura & Remache. La reingeniería aplicada al sistema de iluminación en una organización industrial.  
Número Especial “IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020”.  
Julio – Diciembre de 2020

<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.343>



under a mixed and bibliographic approach. In addition, it is supported by field work. **RESULTS.** The lighting levels found were contrasted with the European Standard (UNE-EN 12 464-1, 2003) (Lighting in workstations), with which it was found that they do not comply with the aforementioned standard, presenting 40% of non-compliance, for the area under study. **DISCUSSION AND CONCLUSIONS.** Likewise, the DIALux evo 8.2 design and simulation software was used to develop a proposal for the ideal lighting system. It is verified, through productivity indicators, an increase of the same in the order of 80% respectively to production over the cost of electricity.

**Keywords:** Energy efficiency, lighting systems, productivity.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO.** O aumento dos preços da eletricidade, as alterações climáticas, têm impulsionado a mudança no mercado global de iluminação para fontes de luz mais eficientes em termos energéticos, através de um estudo de iluminação para a indústria em geral. **OBJETIVO.** São retiradas amostras e aplicado o procedimento para estabelecer sua incidência na produtividade em uma organização industrial. **METÓDO.** Como hipótese, propõe-se determinar se o atual sistema de iluminação de uma determinada área afeta sua produtividade. **RESULTADOS.** Os níveis de iluminação encontrados foram contrastados com a Norma Europeia (UNE-EN 12 464-1, 2003) (Iluminação nos postos de trabalho), com a qual se constatou que não cumprem a referida norma, apresentando 40% de não conformidades, para a área em estudo. **DISCUÇÃO E CONCLUSÕES.** Da mesma forma, o software de design e simulação DIALux evo 8.2 foi usado para desenvolver uma proposta para o sistema de iluminação ideal. Verifica-se, por meio de indicadores de produtividade, um aumento da mesma na ordem de 80% respectivamente da produção sobre o custo da energia elétrica

**Palavras-chave:** Eficiência energética, sistemas de iluminação, produtividade.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de iluminación, según estimaciones de la International Energy Agency (IEA), representa casi el 20% del consumo mundial de energía eléctrica. Dados estos niveles importantes de consumo por parte de los mismos; es fundamental aplicar medidas de eficiencia energética en el mencionado sistema [1]. El análisis se realiza, mediante la determinación de los niveles actuales de iluminación en las áreas objeto de estudio y, su confrontación con los valores establecidos por la norma dicha norma se tomó en consideración debido a que en el Ecuador existe un decreto de seguridad que además de no estar actualizado posee datos muy generales que no proporcionarían resultados óptimos por lo cual se aplicó la Norma antes mencionada. La investigación, se encamina a minimizar los costos económicos, como son: el consumo de energía eléctrica de luminarias existentes en dicha área de trabajo, maximizar ganancias a través del mejoramiento de indicadores de productividad y, reducción de la emisión de gases a la atmosfera que producen el efecto invernadero. Laguna 2017, concluyó que se debe tomar en cuenta normas y parámetros al realizar el diseño de los sistemas de iluminación, con estos resultados se afirma que los sistemas de iluminación adecuados son necesarios para brindar un ambiente óptimo de trabajo [2]. Williams 2017, determinó que al realizar el cálculo teórico y la simulación con el programa DIALux, con éste se afirma, que el mejor método para realizar un diseño del sistema de iluminación es, a través del software DIALux y el uso de nueva tecnología [3]. Yasmani 2018, concluyó que la iluminación contribuye a que la actividad laboral se realice de manera adecuada,



Compartir

Cachimuel, Segura & Remache. La reingeniería aplicada al sistema de iluminación en una organización industrial.  
Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020".

Julio – Diciembre de 2020

<http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.343>



Compartir

a través de la rapidez y precisión del proceso visual aún en circunstancias difíciles y durante largos períodos de tiempo, logrando así, el máximo de productividad y calidad en las tareas que se desarrollan. Se afirma que al incrementar los niveles de iluminación de 300 a 500 lux se eleva la productividad en un 8% [4]. Se realizó un estudio de iluminación dentro de una organización industrial, para establecer su incidencia en la productividad de la misma.

## MÉTODO

El proceso sistemático que se llevó a cabo para determinar que el sistema de iluminación incide en la productividad, dentro de una industria, se presenta en la Figura No 1.

**Levantamiento de información.** Se identifica el tipo de actividad que se realiza dentro del área de trabajo, medidas físicas, expresadas en metros y, se identifican los colores correspondientes a: piso, techo y paredes del local objeto de estudio.

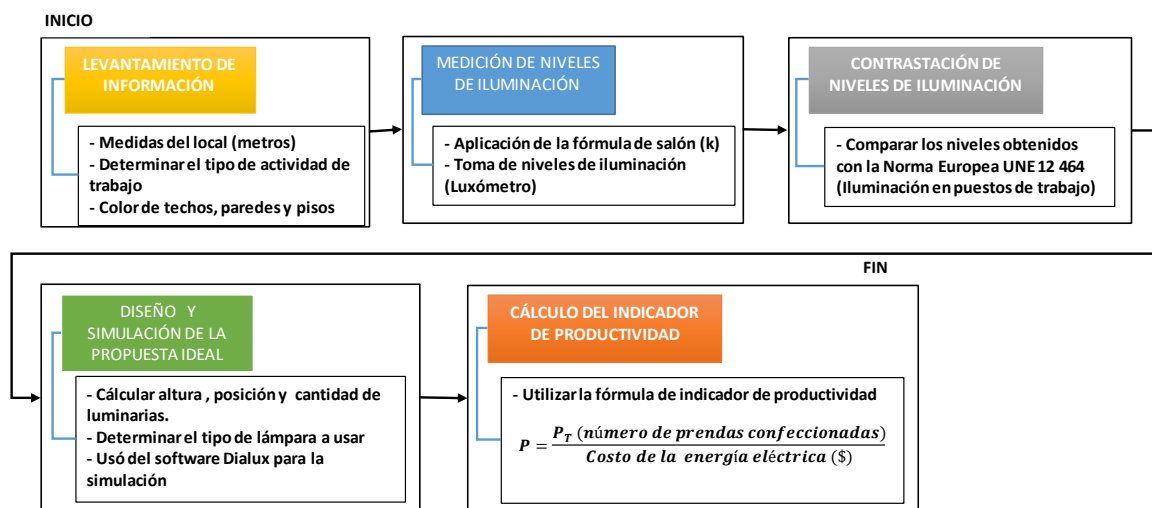


Figura No 1. Diagrama de bloques

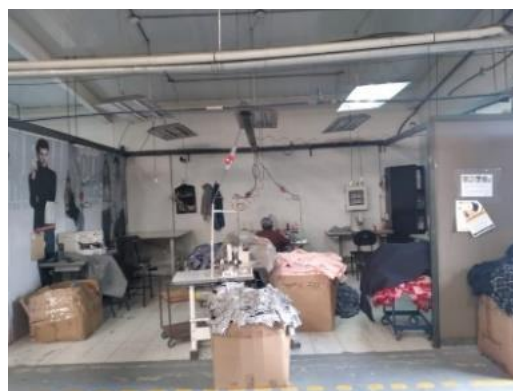


Figura No 2. Área objeto de estudio

**Medición de niveles de iluminación.** Con las medidas físicas del área de estudio establecida en metros (m), se calcula la constante de salón (IC), mediante la fórmula (EC 1), para determinar el número de puntos mínimos a realizar en cada sección de trabajo. Con la ayuda de un luxómetro se toman los niveles de iluminación correspondientes a la misma.

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)} \quad (1)$$

**Donde:**

**IC** = Índice de área.

**x, y** = Dimensiones del área (largo y ancho). (m)

**h** = Altura de la luminaria respecto al plano de trabajo. (m)

**Contrastación de niveles de iluminación.** En este análisis se comprueba el hecho de que la iluminación en el área objeto de estudio, presenta irregularidades entre el nivel luminoso actual y el establecido por la Norma Europea UNE 12464.1 (Iluminación para interiores).

**Tabla No 1.** Relación del índice de área y el número de zonas de medición

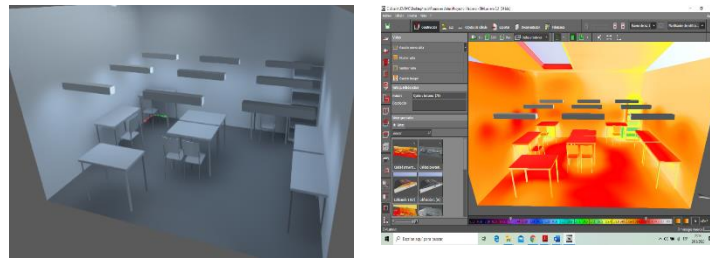
Índice de área	Número mínimo de zonas a evaluar
IC < 1	4
1 ≤ IC < 2	9
2 ≤ IC < 3	16
3 ≤ IC	25

**Tabla No 2.** Tabla comparativa de niveles de iluminación

Niveles mínimos recomendados	Porcentaje de incumplimiento
Norma Española UNE-EN 12 464-1	(%)
750 (lux)	73.63 %
750 (lux)	45.67 %
1000 (lux)	38.13 %
750 (lux)	41.04 %

**Diseño y simulación de la propuesta.** Además, se realizan los cálculos para determinar los parámetros que intervienen dentro de dicho sistema como son: coeficiente de utilización, coeficiente de reflexión, coeficiente de mantenimiento, flujo luminoso total, número de luminarias, altura de colocación de luminarias y emplazamiento de luminarias. Por último, con la ayuda del software DAILUX evo 8.2 se realizó el diseño y la simulación de la propuesta del nuevo sistema de iluminación. Se

propone el cambio de lámparas fluorescente por unas de tipo LED (diodo emisor de luz), por ser más eficientes en su funcionamiento.



**Figura No 3.** Simulación del ambiente de trabajo

**Cálculo de indicadores de productividad.** - El cálculo de la productividad de este proyecto fue realizado para un periodo de tres meses y calculado, a través de un solo factor en base a la producción obtenida (número de prendas confeccionadas) sobre el costo de la energía eléctrica (\$), que se detalla en la fórmula (2):

$$\text{Productividad de un solo factor} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{energía eléctrica}} \quad (2)$$

## RESULTADOS

Luego de ejecutar todo el proceso de análisis de los niveles de iluminación establecido por la norma, antes mencionada; se procede al cálculo de la productividad de un sistema de iluminación ideal para la organización objeto de estudio.

### Cálculo del incremento en la productividad

$$\text{Incremento de la productividad} = \frac{P_a - P_p}{P_p} \times 100 \%$$

Donde:

$P_a$  = Productividad actual

$P_p$  = Productividad de la propuesta

**Tabla No 3.** Tabla comparativa de indicadores de productividad

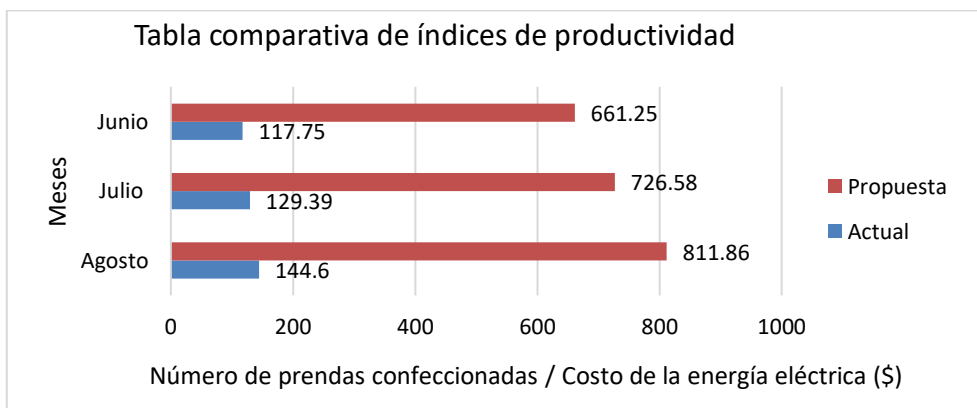
PRODUCTIVIDAD			
Meses	Actual ( $N.P_c / C.E_e$ )	Propuesta ( $N.P_c / C.E_e$ )	Incremento (%)
Junio	117.75	661.25	82.19
Julio	129.39	726.58	82.19
Agosto	144.60	811.86	82.18

$N.P_c$  = Número de prendas confeccionadas.

$C.E_e$  = Costo de la energía eléctrica (\$).



Comparando los resultados obtenidos con anterioridad, que nos proporciona la Tabla No 3, realizamos un pequeño análisis de datos actuales con el uso de lámparas fluorescentes vs la propuesta del investigador con el uso de tecnología led. A continuación, se presenta la comparación de resultados:



**Figura No 4.** Tabla comparativa de productividad por meses.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El diseño de una instalación de alumbrado en situación ideal mediante el software DIALux y el uso de tecnología LED (diodo emisor de luz), se aprecian los resultados en la Tablas No 3; indicando un aumento de la productividad. En los meses objeto de estudio: junio, julio y agosto (2019). Los datos al ser comparados con lo propuesto por [3], quien determina que al realizar el cálculo teórico y la simulación con el programa DIALux, se llega a la conclusión que los dos sistemas van de la mano, porque los dos métodos aportan igual número de lámparas, por lo que ambos son adecuados. A diferencia que la verificación del cumplimiento del nivel mínimo de iluminación requerido realizado en forma teórica, solamente se podrá verificar luego del montaje y puesta en operación del sistema de iluminación. Además, las lámparas led utilizan menos potencia de consumo, al hacerlas un 50% más eficiente y poseen una mayor vida útil aproximadamente de 50 000 horas en comparación con lámparas de tipo fluorescente. Una vez realizado el cálculo de la productividad parcial para los meses de: junio, julio y agosto se obtuvo como resultado, un aumento de dicho indicador del 80 %, como se muestra en la tabla No 3; relacionando el número de prendas confeccionadas versus el costo de la energía eléctrica en dólares \$.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de intereses

## APORTE DEL ARTÍCULO EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Este artículo aporta a la línea de investigación “Estudio de la relación entre el ser humano y la tecnología de su entorno”, de forma específica en lo concerniente a los sistemas de iluminación dentro de las industrias, en lo concerniente en cuanto a la aplicación en la práctica del software Di alux evo 8.2 para el diseño y simulación de un sistema de alumbrado interior a nivel industrial.





## DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE CADA AUTOR

El autor Ing. Carlos Cachimuel fue el encargado de recolectar los datos primarios para su procesamiento y convertirlos en información. Además, la utilización del software Di alux evo 8.2 para la obtención del diseño de un sistema de iluminación en condiciones ideales. El autor Ing. Juan Joel Segura D'Rouville fue el encargado de realizar toda la asesoría técnica respecto al diseño de un sistema de iluminación; así como en la redacción del artículo. El autor Ing. Paúl Remache, fue el encargado de realizar la asesoría técnica para la implementación de la metodología de investigación.

## AGRADECIMIENTOS


Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos al Msc. Ing. Hernán Espejo, por sus oportunas observaciones para el desarrollo del presente trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] C. Cachimuel, "Estudio de iluminación en el área de confección y su incidencia en la productividad de la empresa Royaltex S.A. de la ciudad de Quito," Tesis de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Información y la Comunicación, Universidad Tecnológica Indoamérica, UIO, Ecuador, 2020.
- [2] W. Laguna, "Evaluación del riesgo lumínico en el área de aparato en la empresa calzado Gamo's," Tesis de Ingeniería, Facultad de ingeniería en sistemas, electrónica e industrial, Universidad Técnica de Ambato, ATF, Ecuador, 2017.
- [3] C. Williams, "Análisis de los sistemas de iluminación y su incidencia en la seguridad e higiene ocupacional en la Universidad Tecnológica Indoamérica UTI, extensión Quito," Tesis de grado de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Información y la Comunicación, Universidad Tecnológica Indoamérica, UIO, Ecuador, 2017.
- [4] H. Yasmani, "Procedimiento para la mejora de la iluminación en la empresa GEOCUBA Oriente Norte," Tesis de grado de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Holguín, HI, Cuba, 2018.


## NOTA BIOGRÁFICA




Ing. Carlos Cachimuel. **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0003-4581-1854>  
Es investigador de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Obtuvo su Ingeniería en el 2020. Su línea de investigación es en eficiencia energética. Actualmente es investigador en la Universidad Tecnológica Indoamérica, de la ciudad Quito, Ecuador.





Ing. Juan Joel Segura D'Rouville. **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0002-0625-0719>  
Es investigador de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Obtuvo su Ingeniería en 1988, tiene una maestría en Ingeniería Eléctrica. Su línea de investigación es en la eficiencia energética. Actualmente es investigador/docente en la Universidad Tecnológica Indoamérica, de la ciudad Quito, Ecuador.



Ing. Paúl Remache. **ORCID iD**  <https://orcid.org/0000-0001-5614-1994>  
Es investigador de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Obtuvo su Ingeniería en 2010, tiene una maestría en Ingeniería Mecánica. Su línea de investigación es en la eficiencia energética. Actualmente es investigador/docente en la Universidad Tecnológica Indoamérica, de la ciudad Quito, Ecuador.



This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

