

Evaluation and conditioning of general lighting levels in the mechanical forming workshop of the industrial mechanic's course.

Evaluación y condicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de conformado mecánico de la carrera de mecánica industrial

Angelica Geoconda Tarco Paca<sup>1</sup>[0000-0003-4235-9604], Mayerli Asunción Loor Beltrán<sup>2</sup>[0000-0003-4235-9604],

Edison Rolando García Sigcha<sup>3</sup>[0000-0003-4235-9604]

<sup>1</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: [atarcop@istct.edu.ec](mailto:atarcop@istct.edu.ec)

<sup>2</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: [mloorbeltran@istct.edu.ec](mailto:mloorbeltran@istct.edu.ec)

<sup>3</sup> Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: [egarcia@istct.edu.ec](mailto:egarcia@istct.edu.ec)

Recibido: 03/10/2024

Aceptado: 15/11/2024

Publicado: 20/12/2024

## RESUMEN

La investigación se lleva a cabo en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial del Instituto Superior Universitario Central Técnico. El objetivo principal es analizar y comparar el cumplimiento de los niveles de iluminación actuales con la normativa ecuatoriana como también la europea. Para ello, se emplea la investigación de campo y el método de la cuadrícula, midiendo los niveles de iluminación en tres planos (piso, general y de trabajo), dividiendo el taller en 9 cuadrantes y en cuatro horarios diferentes del día con un luxómetro. Los resultados obtenidos están en un rango de 67.79 lux a 93.34 lux, lo que indica que el taller no cumple con los requisitos mínimos de iluminación establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393 (entre 300 a 500 lux). Se propone el cambio de luminarias LED de baja potencia por lámparas LED con mayor flujo luminoso, tras realizar los cálculos necesarios, se determina que se requiere un total de 13 lámparas con una potencia de 200W. Posteriormente, se volvió a medir la iluminación, verificando así que el taller cumple con la normativa, alcanzando un nivel de 528.97 lux.

**Palabras clave:** Decreto ejecutivo 2393, flujo luminoso, lux, luxómetro, niveles de iluminación.

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

## ABSTRACT

The research is conducted in the Mechanical Forming workshop of the Industrial Mechanics program at Central Technical University Institute. The main objective is to analyze and compare compliance with current lighting levels according to Ecuadorian and European regulations. For this purpose, field research and the grid method are employed, measuring lighting levels on three planes (floor, general, and workspace), dividing the workshop into 9 quadrants and across four different times of day using a lux meter. The results obtained range from 67.79 lux to 93.34 lux, indicating that the workshop does not meet the minimum lighting requirements established in Executive Decree 2393 (between 300 to 500 luxes). It is proposed to replace low-power LED luminaires with LED lamps providing higher luminous flux; after carrying out the necessary calculations, it is determined that a total of 13 lamps are required with a power of 200W. Subsequently, the lighting was remeasured, thus verifying that the workshop complies with the regulations, reaching a level of 528.97 lux.

**Key words:** Executive Decree 2393, luminous flux, lux, lux meter, lighting levels.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Para llevar a cabo un trabajo efectivo, es crucial contar con una iluminación adecuada, adaptada al tipo de ambiente en el que se desarrolle la labor. Castro (2018), plantea que “los parámetros que definen la calidad de la iluminación dependen de la finalidad de esta (oficinas, comedores, iglesias, salas de clases, etc.)”. Es fundamental resaltar que el confort visual y la seguridad son aspectos de suma importancia en el entorno laboral, ya que influyen directamente en la productividad, eficacia y bienestar del personal.

Hoy en día, cada país se rige por normativas y leyes que permiten a la sociedad operar de manera adecuada dentro de su ámbito laboral. En el Ecuador, el ente rector en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales es el Ministerio de Trabajo, cuyo objetivo principal es regular y mantener las normativas que las empresas o lugares de trabajo deben cumplir para reducir el riesgo laboral.

Esta investigación evalúa y analiza los niveles de iluminación que presenta el taller de Conformado Mecánico, con el propósito de cumplir la normativa establecida en el decreto ejecutivo 2393 en el que se establece que “todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos” (Decreto Ejecutivo 2393, 1986, art 56).

En la norma UNE 12464-1: 2012 se establece lo siguiente respecto a la iluminación de los lugares de trabajos interiores:

Una iluminación apropiada permite a las personas visualizar de modo eficiente y preciso las

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de:

[https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

actividades que realizan. El grado de visibilidad y confort en los lugares de trabajo se rige por el tipo y duración de la actividad (Asociación Española de Normalización UNE, 2012)

Para determinar si la iluminación cumple con los estándares normativos, es fundamental medir los niveles de iluminación. Blasco (2016), indica que “la iluminancia (E) o nivel de iluminación de una superficie se define como la relación entre el Flujo Luminoso ( $\Phi$ ) que emite una fuente de luz y que es recibido por la superficie. Su unidad es el lux” (p. 60).

La iluminancia representa la cantidad de luz que llega a una superficie específica. Para realizar esta medición, se emplea un luxómetro, cuyo instrumento se utiliza en lugares donde exista luz, su funcionamiento consiste en captar la luz por una célula fotovoltaica que la transforma en impulsos eléctricos, dichos impulsos son interpretados y expresados en termino de luxes. En el taller de conformado mecánico del Instituto Superior Universitario Central Técnico, existe la posibilidad que las condiciones de iluminación no son las adecuadas conforme a la ley, es por eso que se escoge este ambiente para realizar el estudio.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS / DESARROLLO

### Estudio descriptivo

Mediante este estudio se detallan cada uno de los procesos que se llevó a cabo para llegar a determinar el problema y la solución. Mediante ello se indica cada una de las características, particularidades e instrumento que se empleó para realizar la medición de los niveles de iluminación.

### Estudio cuantitativo

Este estudio se enfoca en la recolección de datos, a partir de la medición de los niveles de iluminación, como también del cálculo, que permita analizar y evaluar la información necesaria requerida del presente trabajo.

### Estudio de campo

El estudio, se realiza en el taller de Conformado Mecánico de la Carrera de Mecánica Industrial del Instituto Superior Universitario Central Técnico, para una mejor interacción y comprensión del tema a realizar.

### Método de observación

Esta técnica de investigación permite la recolección de datos mediante la observación directa de situaciones o fenómenos, sin interferir en ellos de ninguna manera con el uso de hojas de registro, esta técnica nos permite comprender patrones de comportamiento y obtener una comprensión

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

más profunda de un fenómeno específico, como los niveles de iluminación.

### **Metodología de la cuadrícula**

“Técnica de estudio fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada. La base de esta técnica es la división del interior en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada” (Sánchez, 2012, p.8).

### **Índice del local (k)**

Se toma en cuenta la geometría del lugar de estudio, como altura, largo y ancho del sitio.

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a+b)} \quad (1)$$

Dónde:

k= índice de local

a=ancho

b=largo

h= altura de montaje de las luminarias para la medición de los niveles de iluminación

### **Número mínimo de puntos de medición**

Número de cuadrantes necesarios para el estudio de los niveles de iluminación.

$$= (k + 2)^2 \quad (2)$$

Dónde:

k=índice del local

Conociendo el número de cuadrantes necesarios, se procede por realizar la medición con el Luxómetro.

### **Iluminación media**

Es el promedio de los resultados obtenidos a partir la medición, en cada uno de los cuadrantes.

$$E \text{ Media} = \frac{\sum \text{Valores medidos (lux)}}{\text{Cantidad de puntos medidos}} \quad (3)$$

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

Donde:

E= Iluminancia

$\Sigma$ = sumatoria del número de puntos medidos en el cuadrante.

Una vez obtenidos los datos, se procede a verificar resultados con los parámetros establecidos en el “Decreto 2393”, según el artículo 56 de ILUMINACIÓN Y NIVELES MÍNIMOS que se indican en la tabla 1.

**Tabla 1.**

*Niveles de Iluminación mínima para trabajos específicos y similares*

Iluminación Mínima	Actividades
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Actividades en las que la distinción no sea importante como manejo de materiales, producto defectuoso, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando la distinción de detalles sea leve sea como la manufactura del acero, confección textil, salas de máquinas y calderos entre otras.
200 luxes	Si se requiere distinción moderada de detalles como: talleres de soldadura, costura, e imprentas.
300 luxes	Siempre que se necesite la distinción media de detalles, tales como: montaje de maquinaria, pintura a soplete, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Cuando sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, como: rectificado, fresado y torneado, dibujo técnico, entre otras.
1000 luxes	Trabajos en que requieran una distinción extremadamente fina de detalles o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: quirófanos, inspección de medicamentos, montajes de circuitos electrónicos, relojería.

*Nota.* La tabla representa los luxes que se debería tener en un área de trabajo de acuerdo a la actividad. Tomado de (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Seguro General de Riesgos del Trabajo, 1986).

Debido a la ambigüedad de los datos que se especifica en la tabla 1, se procede a comparar los datos con la normativa europea para la iluminación de interiores UNE 12464-1, el cual brinda parámetros más específicos, como se observa en la tabla 2 y 3.

**Tabla 2**

*Actividades industriales y artesanales- Trabajo y tratamiento de metales*

N° ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lx
---------	-------------------------------------	-------------------

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

5.18.5 Mecanizado de precisión; pulido: tolerancia < 0.1 mm 500

Nota. Adaptado de (Asociación Española de Normalización UNE, 2022)

**Tabla 3.**

*Establecimientos educativos - Edificios educativos*

N° ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lx
5.36.2	Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500

Nota. Adaptado de (Asociación Española de Normalización UNE, 2022)

De acuerdo a la tabla 3, se especifica las luxes para aulas, tomando en cuenta que el taller de Conformado Mecánico no solo es para prácticas sino también para actividades académicas.

### Luxómetro

Instrumento de medición para conocer los niveles de iluminación, en un determinado lugar, mediante lecturas en unidades de lux. Durante el estudio, se empleó un luxómetro, lo cual resultó fundamental para este estudio, ya que permitió determinar las medidas de iluminación en cada uno de los cuadrantes del taller.

### Métodos de los lúmenes

La técnica establecida por la Comisión Internacional de Iluminación, se utiliza para medir y cuantificar la luz emitida por fuentes de iluminación. Esta metodología también permite establecer la cantidad necesaria de luminarias en un área de trabajo y su disposición para proporcionar iluminación general adecuada. Para ello, se emplean cálculos específicos que consideran diversos factores y requisitos visuales. Como se indica en los siguientes cálculos.

### Índice de local (k)

Se empleará tomando en cuenta el sistema de iluminación en el taller, como se indica en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Índice del local de acuerdo al sistema de iluminación*

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semi directa, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$

Nota. Adaptado de (García, y otros, 2003)

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

**Coefficiente de reflexión ( $\rho$ )**

Reflexión de luz que se da en una superficie, en el que depende el color del Techo, Piso y Paredes, en algunos casos el tipo de material de la infraestructura, como se puede visualizar en la siguiente tabla 5.

**Tabla 5**  
*Coefficientes de reflexión*

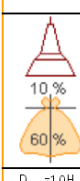
	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

*Nota.* Los datos indican el tipo de reflexión de acuerdo a los colores que haya en el área de trabajo. Tomado de (García J. , s.f)

**Coefficiente de utilización ( $\eta, Cu$ )**

A partir del Índice del local ( $K$ ) y del Coeficiente de reflexión ( $\rho$ ), estos datos estarán tabulados de acuerdo al tipo de luminarias a emplearse, en algunos casos se proporcionan por parte del distribuidor, como se observa en la figura 1.

**Figura 1**  
*Coefficiente de utilización ( $\eta, Cu$ )*

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local $k$	Factor de utilización														
		Factor de reflexión del techo						Factor de reflexión de las paredes								
		0.8	0.7	0.5	0.3	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	0.8	0.7	0.5			
 10 % 60 %	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.38	.34	.31	.33	
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.46	.42	.39	.41	
	1.00	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.51	.47	.45	.46	
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.55	.51	.49	.50	
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.58	.55	.52	.53	
	2.00	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.61	.59	.57	.56	
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.64	.61	.60	.59	
	3.00	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.65	.63	.61	.60	
	$D_{máx}=1.0H_m$	4.00	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.67	.66	.64	.63
	1m   70   75   80	5.00	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.68	.67	.66	.64

*Nota.* Los datos dependerán de los resultados obtenidos anteriormente. Tomado de (García J. , s.f)

Si el resultado del índice  $k$  se encuentra entre dos resultados, se interpola para determinar el resultado final a emplear, utilizando la siguiente ecuación:

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

$$Cu = \frac{(K - K1)(Cu2 - Cu1)}{K2 - K1} + Cu1 \quad (5)$$

Donde:

Cu=Coeficiente de utilización

K= resultado del Índice del local

K1 y k2= los dos resultados.

Cu1 y Cu2= Factor de reflexión del techo y paredes.

### **Factor de mantenimiento (fm)**

Se determina a partir de la magnitud de la suciedad que puede haber en las luminarias o como también dependerá de la actividad que se realice en este, como se puede visualizar en la siguiente tabla 6.

**Tabla 6**

*Factor de mantenimiento por tipo de actividad*

Ambiente de trabajo	Fm
Acerías, fundiciones	0.65
Soldadura, mecanizado	0.70
Oficinas industriales, salas	0.75
Patios de operaciones, locales públicos	0.80
Oficinas privadas, oficinas comerciales, informáticas	0.85

*Nota.* Tomado de (García et al., 2003)

### **Flujo luminoso ( $\Phi_T$ )**

Potencia luminosa que tiene una lámpara, se determina el total necesario de luminosidad en un área de trabajo, mediante la siguiente ecuación 6.

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot fm} \quad (6)$$

Donde:

$\Phi_T$ =flujo luminoso

E=iluminancia media deseada

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)



S=superficie del lugar

$\eta$ =factor de utilización

F<sub>m</sub>=factor de mantenimiento

### **Número de luminarias (N)**

Número total de luminarias que serán empleadas en taller, a partir de la siguiente ecuación 7.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad (7)$$

Dónde:

n=número de lámparas por luminarias

N=número de luminarias

$\Phi_L$ = flujo luminoso de la lámpara que se vaya a emplear.

$\Phi_T$ =flujo luminoso

### **Emplazamiento de las luminarias**

“En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local” (Blasco, 2016, p. 212), de acuerdo a las ecuaciones 8 y 9.

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{Largo}} \times ancho \quad (8)$$

$$N_{Largo} = N_{ancho} \times \left(\frac{Largo}{ancho}\right) \quad (9)$$

Donde:

$N_{ancho}$ =número de filas de luminarias

$N_{Largo}$  =número de columnas de luminarias

En este caso N ancho será eje Y, y N largo eje X, se multiplicará los resultados de estos, siendo el resultado el total de luminarias a emplearse.

### **Comprobación de la iluminancia media**

Valida si las iluminarias a emplearse sobrepasan la iluminancia media según la Tabla 1 recomendada.

$$E = \frac{N \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \quad (10)$$

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de:

[https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

Donde:

N: número de luminarias

$\Phi$ L: flujo luminoso de la lámpara

$\eta$ = factor de utilización

Fm: factor de mantenimiento

S: superficie del plano de trabajo

### DIALux

El software es una versión gratis que se encarga de realizar trabajos relacionados a iluminación, permitiendo trabajar con diseños en 3D tanto para iluminación en zonas exteriores como las interiores, a su vez se puede conocer el consumo luminoso y determinar el número de luminarias de acuerdo a las normas vigentes tanto internacional.

## 3. RESULTADOS

En el siguiente apartando se explica cada uno de los resultados obtenidos a partir de los métodos empleados anteriormente mencionados, en el área de Conformado Mecánico.

### Resultados a partir de la observación

Mediante la observación, se determina que las luminarias del taller son tubos LED de baja potencia los cuales presentan carcasas en mal estado y con una potencia de 18W, esto resulta en una insuficiente distribución de luz en ciertas zonas del taller, lo que representa un factor negativo para los estudiantes y docentes.

El aspecto del taller se caracteriza por tener colores oscuros tanto el piso como en el techo, mientras que las paredes son de color blanco. Además, existe una mínima entrada de luz natural en el ingreso del taller.

Al identificar las deficiencias presentes en el taller, se procede a la medición de los niveles de iluminación en el local utilizando un luxómetro. Este proceso nos permitirá comparar los resultados obtenidos de acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393, como también la UNE 12464-1.

### Resultados obtenidos a partir del método de la cuadrícula

Se procede por medir el taller de Conformado Mecánico, seguido de ello se aplica la ecuación 1, que representa el índice de K.

**Tabla 7**

*Cálculos y resultados de por el índice K*

Taller de Conformado Mecánico	
<b>Datos del taller</b>	<b>a (ancho)=12.04m</b> <b>b (largo)=17.23m</b> <b>h (altura de las luminarias) =3.50m</b> <b>s (ancho por largo) = 207.4m<sup>2</sup></b>

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

---


$$\text{Índice de local (k)} \quad k = \frac{a \cdot b}{h(a + b)} = \frac{12.04 \times 17.23}{3.53(12.04 + 17.23)} = 2,00$$


---

La altura es la posición de las luminarias que se encuentran durante el proceso de la medición de los niveles de iluminación.

De acuerdo al resultado anterior, el índice del local es de 2.00, por lo tanto, al ser un número entero es adecuado el uso de la tabla 8, de acuerdo a la Asociación de Higienistas de la República Argentina (AHRA), se especifica el número mínimo de los cuadrantes a estudiar.

**Tabla 8.**

*Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición*

(K) Variante AHRA	x (K redondeado)	N Número mínimo de puntos a evaluar
≤ 1	0	4
1 < K ≤ 2	1	9
2 < K ≤ 3	2	16
K > 3	3	25

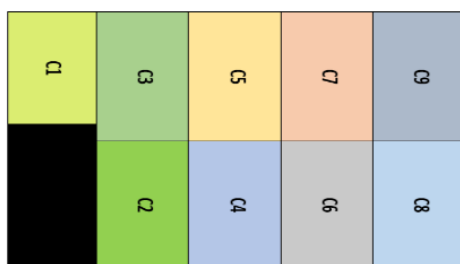
*Nota.* Tomado de (Riva, s.f.)

Se establece que el número de cuadrantes es de 9, por lo tanto, no es necesario la ecuación 2.

Se procedió por dividir los 9 cuadrantes en el taller de Conformado Mecánico, como se observa en la siguiente figura 2.

**Figura 2.**

*Puntos o cuadrantes de medición*

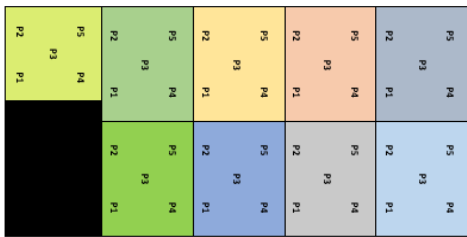


*Nota.* Fuente propia

Con el objetivo de recopilar más datos, se procede a marcar en cinco puntos adicionales en cada uno de los cuadrantes. Se realizará la medición en los tres planos diferentes (piso, general y de trabajo) durante los cuatro horarios del día, tal como se muestra en la figura 3.

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

**Figura 3.**  
*Puntos de medición en los cuadrantes*



*Nota.* Fuente propia

Se procede a medir los niveles de iluminación en cada uno de los puntos mediante el uso del luxómetro.

**Resultados a partir de la medición de los niveles de iluminación**

En cada punto de medición se lleva a cabo la evaluación en los tres planos: piso, general y de trabajo, durante los cuatro horarios asignados. Esto con el fin de observar el comportamiento de la iluminación.

**Resultados a partir de la E Media**

En este caso, se calculó la E Media (iluminancia media) de los cuadrantes como los puntos de medición de los datos obtenidos, como se observa en la figura 7.

**Figura 4.**  
*Plano de Piso a las 08:00 am*

POSICIÓN: PLANO DE PISO												
Hora	Temperatura °C	Puntos de Medición	C1 (lux)	C2 (lux)	C3 (lux)	C4 (lux)	C5 (lux)	C6 (lux)	C7 (lux)	C8 (lux)	C9 (lux)	E Media por cuadrantes (lux)
08:00 (a.m)	22,6	1	106	148	95	38	88	45	76	7	109	79,11
		2	117	87	50	46	6	49	4	80	12	50,11
		3	252	160	137	113	102	7	118	68	38	110,56
		4	118	12	40	4	60	7	96	2	10	38,78
		5	42	44	3	46	10	83	35	28	25	35,11
E Media por puntos de medición (lux)			127	90,2	65	49,4	53,2	38,2	65,8	37	38,8	62,73

*Nota.* La tabla se tomó como referencia para el cálculo.

En la tabla 10 siguiente se puede evidenciar como se realizó el cálculo de las E Medias.

A continuación, se presenta los cálculos y resultados de las E medias.

E Media (Iluminancia media) por cuadrante

$$EMedia (C1 \dots C9) = \frac{\sum \text{valores medidos (lux)}(c)}{\text{cantidad de cuadrantes}}$$

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de:

[https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

$$EMedia = \frac{\sum 106 + 148 + 95 + 38 + 88 + 45 + 76 + 7 + 109}{9}$$

$$EMedia = 79.11$$

Se saca las E Medias a partir de los resultados obtenidos

$$EMedia = \frac{\sum 79.11 + 50.11 + 110.56 + 38.78 + 35.11}{5}$$

$$EMedia = 62.73 \leq 500 \text{ lux}$$

E Media Por punto de medición

$$EMedia (1..5) = \frac{\sum \text{valores medidos (lux)}(c)}{\text{cantidad de los puntos de medición}}$$

$$EMedia = \frac{\sum 106 + 117 + 252 + 118 + 42}{5}$$

$$EMedia = 127 \text{ lux}$$

Se saca las E Medias a partir de los resultados obtenidos

$$EMedia = \frac{\sum 127 + 90.2 + 65 + 49.4 + 53.2 + 38.2 + 65.8 + 37 + 38.8}{9}$$

$$EMedia = 62.73 \leq 500 \text{ lux}$$

A partir de las E Medias (iluminancia media) por puntos de medición, se procedió por sacar las E Medias de estas por plano de piso, general y de trabajo como se puede verificar en la figura 8, 9 y 10, a partir del mismo cálculo de la tabla 8.

**Figura 5.**

*E Media de plano de piso*

POSICIÓN: PLANO DE PISO											
Hora	Temperatura °C	C1 (lux)	C2 (lux)	C3 (lux)	C4 (lux)	C5 (lux)	C6 (lux)	C7 (lux)	C8 (lux)	C9 (lux)	E Media por cuadrantes (lux)
8:00 a. m.	22,6	127	90,2	65	49,4	53,2	38,2	65,8	37	38,8	62,73
12:00 a. m.	18,4	322	82,2	60	62,8	62,8	68	71,8	40,2	58	91,98
16:00 pm	18,6	38	78,2	57,8	74,6	41,4	52	73,8	39,2	45,4	55,60
20:00 pm	16,3	12,4	81,2	58,2	66,4	54,4	62,4	90,4	39	83,4	60,87
<b>E Media por Hora (lux)</b>		124,9	82,95	60,25	63,3	52,95	55,15	75,45	38,85	56,4	67,79

Fuente: Propia

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

**Figura 6.**

*E Media plano general*

POSICIÓN: PLANO GENERAL											
Hora	Temperatura °C	C1 (lux)	C2 (lux)	C3 (lux)	C4 (lux)	C5 (lux)	C6 (lux)	C7 (lux)	C8 (lux)	C9 (lux)	E Media por cuadrantes (lux)
8:00 a. m.	22,6	92,8	117	69,2	124,6	82	83	89,8	38,2	65,2	84,64
12:00 a. m.	18,4	149,6	116	86,6	121,4	73,2	139,2	120	42	81,8	103,33
16:00 pm	18,6	19,2	113	74,4	138,4	57,2	126,4	101	30,4	61	80,11
20:00 pm	16,3	9,4	109	68,2	117,2	54,6	124	110	45,4	59,2	77,44
<b>E Media por Hora (lux)</b>		67,75	113,9	74,6	125,4	66,75	118,2	105,1	39	66,8	86,38

Fuente: Propia

**Figura 7.**

*E Media plano de trabajo*

POSICIÓN: PLANO DE TRABAJO											
Hora	Temperatura °C	C1 (lux)	C2 (lux)	C3 (lux)	C4 (lux)	C5 (lux)	C6 (lux)	C7 (lux)	C8 (lux)	C9 (lux)	E Media por cuadrantes (lux)
8:00 a. m.	22,6	114,4	97	87,2	113,2	107	77,6	111	51,4	53,6	90,29
12:00 a. m.	18,4	91,4	130	83,4	107,2	86,8	151,8	130	42,6	68,4	99,04
16:00 pm	18,6	22,4	107	95,4	178,6	72	124,4	122	46,6	66,4	92,80
20:00 pm	16,3	19,2	105	84,2	110,6	78,8	170,8	128	53,6	70,8	91,24
<b>E Media por Hora (lux)</b>		61,85	109,9	87,55	127,4	86,15	131,2	122,8	48,55	64,8	93,34

Fuente: Propia

Los resultados obtenidos, se compararon con el decreto ejecutivo 2393, así como también con la UNE 12464-1, para determinar si se cumple o no con los criterios establecido, estos resultados fueron presentados en la siguiente tabla 11.

**Tabla 9.**

*E Media del local*

Posición	E Media del local	Decreto Ejecutivo 2393/56	UNE 12464-1	Evaluación
<b>Plano de piso</b>	67.79 lux	300-500 lux	500 lux	No cumple
<b>Plano general</b>	86.38 lux	300-500 lux	500 lux	No cumple
<b>Plano de trabajo</b>	93.34 lux	300-500 lux	500 lux	No cumple

Fuente: Propia

Se determina que las E Media (Iluminancia media), tanto en plano de piso, general y de trabajo en

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de:

[https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

el taller de Conformado Mecánico, no cumplen con la normativa establecida. En consecuencia, se concluye, que es necesario el cambio de las luminarias.

### Resultados a partir del método de los lúmenes

Basándonos en los resultados previamente obtenidos, se determina la necesidad de reemplazar las luminarias. Para llevar a cabo este proceso de manera eficiente, es imperativo implementar el método de los lúmenes. Este enfoque garantizará una selección precisa y asegurando así un óptimo nivel de iluminación y eficiencia energética.

Por consiguiente, se optará por la instalación de luminarias tipo LED UFO, con una capacidad de voltaje de 110V-240V y una potencia de 200W, proporcionando un flujo luminoso de 22000 lm. Estos detalles son cruciales para calcular el número adecuado de luminarias requeridas en el área de Conformado Mecánico.

### Resultados a partir del índice k

Se calcula el índice *k*, tomando en cuenta el sistema de iluminación.

Datos del taller	<i>a</i> = 12.04m <i>b</i> =17.23m <i>h</i> = 3.76m <i>s</i> = 207.4m
Datos de las lámparas a emplear	22000lm
Iluminancia media deseada	500 lux

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

$$k = \frac{12.04 \times 17.23}{3.76(12.04 + 17.23)}$$

$$K = 1,8$$

La (*h*) altura es a la que se va a instalar las nuevas lámparas en el taller.

### Factor de reflexión (*ρ*)

Se toma en cuenta los colores que presenta el taller.

**Tabla 10**

*Factor de reflexión de acuerdo al taller de Conformado Mecánico*

	Color	Factor de reflexión ( <i>ρ</i> )
Techo	Medio	
Paredes	Medio	0.3
Suelo	Oscuro	0.1

Fuente: Propia

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)


El factor de reflexión en el taller del techo es de 0.3, paredes de 0.3 y piso 0.1, ya que los colores del taller de conformado mecánico presentan colores ni tan bajos y altos a excepción del piso.

**Factor de utilización ( $\eta$ , Cu)**

A partir del índice k y el factor de reflexión, nos enfocaremos en la siguiente figura, para conocer el factor de utilización.

**Figura 8**

Coeficiente de utilización ( $\eta$ , Cu)

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización												
		Factor de reflexión del techo									Factor de reflexión de las paredes			
		0.8			0.7			0.5			0.3			0
	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30	
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37	
	1.00	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41	
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45	
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48	
	2.00	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52	
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54	
	3.00	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56	
	4.00	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58	
	5.00	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59	

H<sub>m</sub>: altura luminaria-plano de trabajo

Nota. Los datos dependerán de los resultados obtenidos anteriormente. Tomado de (García J., s.f)

Interpolación de resultados:

$$Cu = \frac{(K-K1)(Cu2-Cu1)}{K2-K1} + Cu1$$

$$Cu = \frac{(1.8-1.5)(0.56-0.53)}{2.00-1.5} + 0.53$$

$$Cu = 0.548$$

Como el índice de k es de 1.8, la lectura directa no es posible, por ello es necesario interpolar los datos, lo que da un Cu=0.548.

El factor de utilización depende crucialmente de una tabla que refleja el coeficiente de reflexión y el índice k. En muchos casos, estas tablas son proporcionadas por el vendedor de lámparas; sin embargo, en situaciones donde no se dispone de tal información, se recurre a la búsqueda en diversas fuentes que presenten similitudes. Esta práctica garantiza una estimación precisa del factor de utilización, permitiendo así un diseño óptimo y eficiente del sistema de iluminación en cuestión.

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)



**Factor de mantenimiento (fm)**

Grado de suciedad que exista en el taller, o como también la actividad que se realice en el área.

**Tabla 11**

*Factor de mantenimiento respecto al taller de Conformado Mecánico*

Ambiente de trabajo	Fm
Industrias de soldadura, mecanizado	0.70

Fuente: Propia

El factor de mantenimiento en este caso es de 0.70, al ser un área de mecanizado.

**Flujo luminoso ( $\Phi_T$ )**

Cálculos y resultados del flujo luminoso ( $\Phi_T$ )

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

$\Phi_T$ =flujo luminoso

E=iluminancia media en deseada

S=superficie del lugar

$\eta$ =factor de utilización

Fm=factor de mantenimiento

$$\Phi_T = \frac{500 \times 207.4}{0,548 \times 0,70} \quad \Phi_T = 270333$$

Hay que tomar en cuenta que la iluminancia media deseada es de 500 luxes.

**Número de luminarias (N)**

Cálculos y resultados del número de luminarias (N)

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Dónde:

N=número de luminarias

$\Phi_T$ =flujo luminoso

n=número de lámparas por luminaria

$\Phi_L$ = flujo luminoso de la lámpara que se vaya a emplear.

$$N = \frac{270333}{22000lm}$$

**N = 12.2 → 12 Luminarias**

Se requiere el uso de 12 luminarias en el proyecto. Es importante destacar que, en la ecuación

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de:

[https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

mencionada, los 22000 lúmenes representan la cantidad de luz que emite las lámparas a utilizar.

### Emplazamiento de luminarias

Cálculos y resultados del emplazamiento de luminarias

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{Total}}}{\text{largo}} \times \text{ancho}}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}}\right)$$

$$N_{\text{largo}} = 2,78 \times \left(\frac{17,23}{12,04}\right)$$

$$N_{\text{largo}} = 4,13 \rightarrow 4$$

$$N_x = 4$$

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{11}{17,23} \times 12,04}$$

$$N_{\text{ancho}} = 2,89 \approx 3 \quad N_y = 3$$

N eje X = 4

N eje Y = 3

Nº total de luminarias = 12 (en función de la distribución en la zona de estudio)

Tanto el número de luminarias como en el emplazamiento de luminarias señala emplear 12 lámparas en el taller, se implementa 1 luminaria

más en el taller para la entrada de esta, siendo un total de 13 lámparas LED.

### Comprobación de (E) iluminancia media

Cálculo y resultados de la comprobación de la (E) iluminancia media

$$E = \frac{N \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S}$$

Donde

N: número de luminarias

ΦL: flujo luminoso de la lámpara

η: factor de utilización

f<sub>m</sub>: factor de mantenimiento

S: superficie del plano de trabajo

$$E = \frac{13 \times 22000 \times 0,548 \times 0,70}{207,4}$$

$$E = 528,97 > 500 \text{lux}$$

Las 13 luminarias a emplear sobrepasan la iluminancia media, lo que cumple tanto con el decreto ejecutivo 2393 y UNE 12464-1.

### 3.5 Resultados a partir del programa DIALux

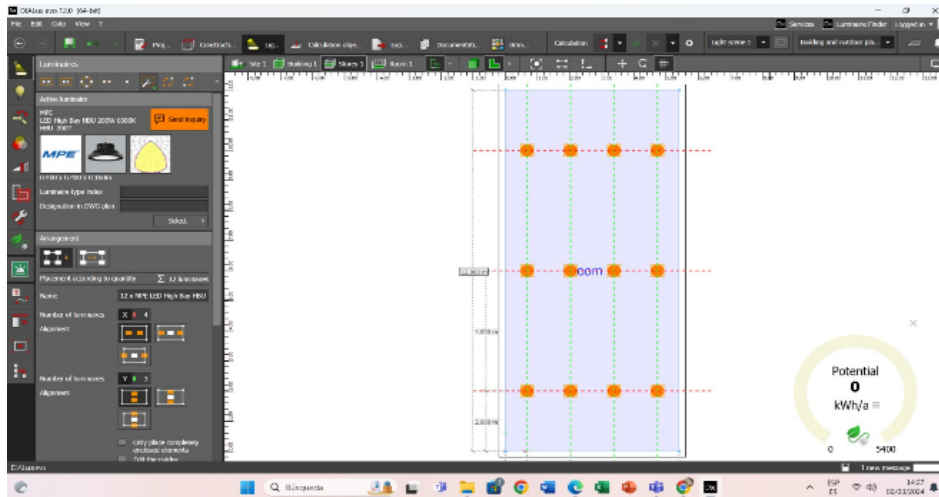
El DIALux arrojó datos que verifican que es necesario la implementación de 12 lámparas en el taller, como se observa en la siguiente figura. En el programa se debe introducir el catálogo de las

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de:

[https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

lámparas; en caso de que no esté disponible, se pueden buscar ciertas características en otras marcas que el mismo software proporciona.

**Figura 9.**  
*Diseño en DIALux*



Nota. Imagen generada con el software DIALux, versión 2024, que indica distribución de luminarias y niveles de luminancia.

Como también se indica la distribución de las luminarias en cuatro circuitos. Sin embargo, es importante tener en cuenta la norma eléctrica nacional (NEC, por sus siglas en inglés), establece que, si la vivienda o el área de trabajo tiene entre 201 a 300 metros cuadrados, el número de circuitos para iluminación debe ser de 3. Por lo tanto, se distribuye en tres circuitos con cuatro lámparas cada uno, lo que suma un total de 12 lámparas, con una más que se instalara en el ingreso del taller.

Para realizar esta metodología se utilizó ciertos cálculos que se tomaron de la “Guía práctica sobre iluminación en el ambiente laboral”, con el fin de obtener los datos necesarios.

#### 4. DISCUSIÓN

A partir de los datos recopilados mediante la medición de iluminación, se examina su estado y el posible impacto negativo en la zona, evaluando la conformidad con las normativas nacionales pertinentes. Posteriormente, se analizan en detalle los principales hallazgos obtenidos y su relevancia en el marco de investigaciones previas, así como su implicación en relación con la calidad lumínica del entorno.

Los resultados obtenidos a partir de la medición en los tres planos (piso, general y de trabajo), demuestra que los niveles de iluminación son bajos, no superando los 500 lux necesarios. Por lo

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de:

[https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

tanto, no se cumple con lo estipulado en el Decreto Ejecutivo 2393, así como en la norma UNE 12464-1, por ello se emplea el método de los lúmenes para conocer el número de luminarias a emplearse en el taller de conformado mecánico.

El estudio de los niveles de iluminación en un área de trabajo ha sido un tema de poco interés. Investigaciones previas, como las realizadas por Miranda et al. (2020), han utilizado métodos como la cuadrícula y los lúmenes y su efecto en el rendimiento laboral.

A partir de este contexto, este estudio emplea un enfoque combinado del método de la cuadrícula y el de los lúmenes para evaluar sistemáticamente los niveles de iluminación en un taller de conformado mecánico. Este enfoque nos permitió no solo cuantificar la iluminación existente, sino también determinar el número óptimo de luminarias necesarias para garantizar condiciones de trabajo seguras y eficientes.

Incorporar ambos métodos proporciona una visión más integral de los desafíos y oportunidades para mejorar las condiciones lumínicas en el taller. Esperamos que nuestros hallazgos contribuyan a la optimización de los estándares de iluminación industrial, asegurando entornos laborales más seguros y productivos.

## 5. CONCLUSIONES

Se concluye que taller de Conformado Mecánico no cumple con las condiciones de iluminación establecidas por la normativa ecuatoriana como por la normativa europea. Por lo tanto, es necesario cambiar las luminarias por lámparas LED, ya que, como se mencionó anteriormente, son muy eficientes y ofrecen un gran ahorro debido a su bajo consumo.

El decreto ejecutivo 2393 es ambiguo, lo que dificulta la precisión en los niveles de iluminación requeridos para un taller, dependiendo de la actividad que se realice.

Para un análisis más detallado y específico, se recomienda utilizar la normativa europea UNE 12464-1, Esta normativa proporciona valores más rigurosos y detallados a la iluminación necesaria según la actividad que se vaya a llevar a cabo.

Es necesario que la iluminación alcance todos los espacios del taller, especialmente a las máquinas que se trabajen, considerando que requieren una mayor cantidad de luz en estas áreas para realizar las prácticas de forma adecuada.

Se recomienda realizar un mantenimiento regular de las luminarias, limpiándolas periódicamente para eliminar el polvo y la suciedad que puedan acumularse en las superficies.

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

## 6. REFERENCIAS

- Asociación Española de Normalización UNE. (09 de 03 de 2022). UNE-EN 12464-1:2022. Recuperado el 2023, de UNE: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0068596>
- Blasco, P. (2016). Apuntes: Iluminación. Recuperado el 2023, de RiuNet: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75442/ILUMINACION\\_\\_GIE-3\\_\\_2en1.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75442/ILUMINACION__GIE-3__2en1.pdf)
- Blasco, P. (s.f). Apuntes: Iluminación. Obtenido de RiuNet: Universitat Politècnica de València
- Blasco, P. (s.f). Universitat Politècnica de València. Recuperado el 2023, de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75442/ILUMINACION\\_\\_GIE-3\\_\\_2en1.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75442/ILUMINACION__GIE-3__2en1.pdf)
- Castro, A. (20 de 08 de 2018). Método para la determinación del factor de reflexión in situ de superficies. Recuperado el 2023, de [http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-6000/UCC6141\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-6000/UCC6141_01.pdf)
- García, J. (s.f). Cálculo de instalaciones de alumbrado. Recuperado el 2023, de Universitat Politècnica de Catalunya: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- Greenlce. (2024). ¿Cómo Seleccionar Las Lámparas De Acuerdo A La Zona Que Se Desea Iluminar? Obtenido de GREENICE.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social Seguro General de Riesgos del Trabajo. (17 de 11 de 1986). Gob.ec. Recuperado el 2023, de <https://www.gob.ec/regulaciones/decreto-ejecutivo-2393>
- Miranda, E., Sevilla, S., López, A., & Guanoluisa, D. (27 de 01 de 2020). Evaluación niveles de iluminación en interiores y cálculo para instalaciones de alumbrado Evaluation of interior lighting levels and calculation for lighting facilities. Knowledge E. doi:<http://dx.doi.org/10.18502/keg.v5i2.6215>
- Pugo, C. (05 de 2019). Estudio de iluminación natural y artificial en la Biblioteca de la Universidad Politècnica Salesiana sede Cuenca. Obtenido de Universidad Politècnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17316>
- Riva, A. (s.f.). Mediciones de iluminación por el método de la cuadrícula. Recuperado el 2023, de CIE: <https://cie.gov.ar/web/images/Metodo-cuadrícula-HyST.pdf>
- Sánchez, C. (16 de 07 de 2012). GUÍA PRÁCTICA SOBRE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL-SRT-RES 084/12-ARGENTINA. Obtenido de Higiene y Seguridad Laboral: <https://higieneyseguridadlaboralcv.wordpress.com/2012/07/16/guia-practica-sobre->
- Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: [https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)

iluminacion-en-el-ambiente-laboral-srt-res-08412-argentina/

SYLVANIA. (2020). Guía Técnica de Iluminación . Obtenido de Sylvania Ecuador:  
<https://sylvania.com.ec/catalogos/>

Yan, Y., & Mushobozi, J. (14 de 11 de 2019). Effects of Lighting Quality on Working Efficiency of Workers in Office Building in Tanzania. Wiley . doi:<https://doi.org/10.1155/2019/3476490>

Tarco Paca, A., Loor Beltrán, M., & García Sigcha, E. (2024). Evaluación y acondicionamiento de niveles de iluminación general en el taller de Conformado Mecánico de la carrera de Mecánica Industrial. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de:  
[https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion\\_tecnologica/issue/view/13](https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13)