

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**“Rediseño de la Iluminación Artificial en las Áreas de Trabajo de la Empresa Ferretería Promacero Matriz Pelileo en el Año 2017”**

---

Trabajo de titulación bajo la modalidad Propuesta Metodológica,  
previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**AUTOR**

Julio César Villafuerte Masabanda

**TUTOR**

Ing. José Mauricio Salas Monteros, Mg

**AMBATO - ECUADOR**

**2017**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación, nombrado por el Honorable Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Indoamérica:

### **CERTIFICO:**

Que el informe de investigación científica bajo el tema: **“Rediseño de la iluminación artificial en las áreas de Trabajo de la Empresa Ferretería Promacero Matriz Pelileo en el año 2017”** presentada por el estudiante: Julio César Villafuerte Masabanda, de la Facultad de Ingeniería Industrial, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador que el Honorable Consejo de la Universidad Tecnológica Indoamérica designe.

En la ciudad de Ambato, a los 24 días del mes de agosto de 2017

---

Ing. José Mauricio Salas Monteros, Mg

C.I: 180365583-4

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Facultad de Ingeniería Industrial, declara que los contenidos del presente informe de investigación científica, requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son originales, auténticos, personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 24 de agosto de 2017

---

Julio César Villafuerte Masabanda

C.I. 180368751-4

**AUTOR**

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Julio César Villafuerte Masabanda, declaro ser autor de la Propuesta Metodológica, titulada “**Rediseño de la iluminación artificial en las áreas de Trabajo de la Empresa Ferretería Promacero Matriz Pelileo en el año 2017**”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 24 días del mes de agosto de 2017, firmo conforme:

**Autor:** Julio César Villafuerte Masabanda

**Firma:**

**Número de Cédula:** 180368751-4

**Dirección:** Avenida 24 de Mayo s/n y Confraternidad, Pelileo.

**Correo Electrónico:** julio-cesarvilla@hotmail.com

**Teléfono:** 0987354091

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

El tribunal examinador APRUEBA el informe final del proyecto de graduación en la modalidad de Propuesta Metodológica, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial sobre el tema: **“Rediseño de la iluminación artificial en las áreas de Trabajo de la Empresa Ferretería Promacero Matriz Pelileo en el año 2017”** presentado por el Sr. Julio César Villafuerte Masabanda, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial.

Por lo tanto se autoriza al postulante a la presentación a efectos de la sustentación ante los organismos pertinentes.

Ambato, 24 de agosto de 2017

### **EL TRIBUNAL**

---

Ing. María Belén Ruales Martínez; Mg  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Olga Marisol Naranjo Mantilla; Mg  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

---

Ing. Ricardo Marcelo Mayorga Paredes; Mg  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanas, que siempre han estado conmigo y han servido de ejemplo para motivarme en la consecución de mis metas y objetivos.

A mi esposa e hijo, quienes son mi principal razón para luchar, proponerme nuevos desafíos y los que me impulsan a crecer profesionalmente y como persona.

**César Villafuerte**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Tecnológica Indoamérica, Facultad de Ingeniería Industrial, por abrirme las puertas para contribuir con mi formación personal y profesional.

A la empresa Ferretería Promacero matriz Pelileo, por permitirme realizar la propuesta metodológica, que posibilita la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación, en beneficio del sector productivo del país.

**César Villafuerte**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiv
ABSTRACT.....	xv

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Tema.....	1
Introducción .....	1
Antecedentes .....	3
Justificación.....	4
Objetivo General .....	5
Objetivos Específicos.....	5

### CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	7
Área de estudio.....	7
Modelo operativo .....	7
Desarrollo del modelo operativo .....	9
Evaluación de Iluminancia.....	9
Medición .....	9
Análisis e Interpretación .....	19



Influencia de la iluminación en la salubridad y productividad .....	20
Parámetros de Rediseño del sistema de iluminación .....	21
Índice del local o constante del salón.....	22
Coefficiente de reflectancia.....	23
Factor de utilización $\eta$ .....	23
Factor de mantenimiento $f_m$ .....	24
Flujo luminoso total .....	24
Cálculo del número de luminarias.....	25
Número de empaquetaduras .....	25
Distribución de las luminarias.....	25
Color de la iluminación.....	26
La Luz Blanca .....	27
La Luz Amarilla .....	28

### **CAPÍTULO III**

#### **PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS**

Presentación de la propuesta .....	30
Alcance.....	30
Uniformidad del nivel de iluminancia.....	30
Área Administrativa sección Contabilidad .....	31
Área Administrativa sección Gerencia.....	38
Área de Ventas .....	45
Área de la Bodega del almacén de ventas.....	51
Color de la iluminación.....	58
Análisis de costos.....	59
Beneficios de la propuesta .....	61

### **CAPÍTULO IV**

#### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones .....	63
Recomendaciones.....	64
Bibliografía .....	65
ANEXOS .....	68

ANEXO A: Layout de la empresa .....	69
ANEXO B: .....	70
Detalles técnicos del equipo de medición de iluminancia .....	70
ANEXO C .....	74
Requisitos de iluminación para áreas interiores, tareas y actividades .....	74
ANEXO D .....	76
Coeficientes de reflectancia en paredes y techo.....	76
ANEXO E .....	78
Factores de utilización en base a la reflectancia del techo y paredes e índice de local .....	78
ANEXO F .....	79
Coeficientes de mantenimiento .....	79
ANEXO G .....	80
Datos Técnicos PHILIPS EFIX TBS260 .....	80
ANEXO H.....	82
Datos Técnicos PHILIPS CENTURA 2 .....	82
ANEXO I .....	84
Datos Técnicos PHILIPS TMS022 .....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo operativo para la propuesta metodológica.....	8
<b>Figura 2.</b> Croquis de la Sección Contabilidad con los puntos de medición.....	11
<b>Figura 3.</b> Fotografía del área de Contabilidad con la iluminación artificial. ....	13
<b>Figura 4.</b> Croquis de la Sección Gerencia con los puntos de medición. ....	13
<b>Figura 5.</b> Fotografía del área de Gerencia con la iluminación artificial. ....	14
<b>Figura 6.</b> Croquis del Área de Ventas con los puntos de medición. ....	15
<b>Figura 7.</b> Fotografía del área de Ventas. ....	16
<b>Figura 8.</b> Croquis de la Bodega de almacén con los puntos de medición.....	17
<b>Figura 9.</b> Fotografía de la Bodega del almacén. ....	18
<b>Figura 10.</b> Distribución del flujo luminoso en las superficies de trabajo. ....	22
<b>Figura 11.</b> Distribución de las luminarias y plano de trabajo en una instalación.	23
<b>Figura 12.</b> Especificaciones de luminaria seleccionada en software de diseño...	32
<b>Figura 13.</b> Curvas polares de Intensidad luminosa para luminarias Contabilidad. .....	32
<b>Figura 14.</b> Curvas polares de Intensidad luminosa para luminarias Contabilidad. .....	34
<b>Figura 15.</b> Dimensiones, reflectancias e iluminación media en software de diseño. .....	35
<b>Figura 16.</b> Puntos de muestreo para el área de Contabilidad. ....	35
<b>Figura 17.</b> Distribución de las luminarias en el área de trabajo.....	36
<b>Figura 18.</b> Distribución de iluminancia en lux 64 puntos de muestreo del local.	37
<b>Figura 19.</b> Especificaciones de luminaria seleccionada en software de diseño. .	39
<b>Figura 20.</b> Curvas polares de Intensidad luminosa para las luminarias Gerencia.	39
<b>Figura 21.</b> Curvas polares de Intensidad luminosa para las luminarias Gerencia.	41
<b>Figura 22.</b> Dimensiones, reflectancias e iluminación media en el software de diseño. ....	42
<b>Figura 23.</b> Puntos de muestreo para el área de Gerencia. ....	42
<b>Figura 24.</b> Distribución de las luminarias en el área de trabajo.....	43
<b>Figura 25.</b> Distribución de iluminancia en 64 puntos de muestreo del local. ....	44
<b>Figura 26.</b> Especificaciones de luminaria seleccionada en software de diseño...	46

<b>Figura 27.</b> Curvas polares de Intensidad luminosa para las luminarias Ventas...	46
<b>Figura 28.</b> Dimensiones, reflectancias e iluminación media en software de diseño. .....	48
<b>Figura 29.</b> Puntos de muestreo para el área de Ventas.....	49
<b>Figura 30.</b> Distribución de las luminarias en el área de trabajo.....	49
<b>Figura 31.</b> Distribución de iluminancia en 64 puntos de muestreo del local. ....	50
<b>Figura 32.</b> Especificaciones de luminaria seleccionada en software de diseño..	52
<b>Figura 33.</b> Curvas polares de Intensidad luminosa para las luminarias Bodega..	52
<b>Figura 34.</b> Curvas polares de Intensidad luminosa. Contabilidad. ....	54
<b>Figura 35.</b> Dimensiones, reflectancias e iluminación media en software de diseño. .....	55
<b>Figura 36.</b> Puntos de muestreo para el área de la bodega del almacén de ventas.	55
<b>Figura 37.</b> Distribución de las luminarias en el área de trabajo.....	56
<b>Figura 38.</b> Distribución de iluminancia en 64 puntos de muestreo del local.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Plan para la medición de iluminancia. ....	10
<b>Tabla 2.</b> Características del equipo de medición de la iluminancia. ....	10
<b>Tabla 3.</b> Condiciones generales de la iluminación en la Sección Contabilidad... 12	12
<b>Tabla 4.</b> Datos medidos de iluminancia para el punto de muestreo 1.....	12
<b>Tabla 5.</b> Condiciones generales de la iluminación en la Sección Gerencia. ....	14
<b>Tabla 6.</b> Datos medidos de iluminancia para el punto de muestreo 2.....	14
<b>Tabla 7.</b> Condiciones generales de la iluminación del Área de Ventas. ....	15
<b>Tabla 8.</b> Datos medidos de iluminancia para el punto de muestreo 3.....	16
<b>Tabla 9.</b> Condiciones generales de la iluminación de la Bodega.....	17
<b>Tabla 10.</b> Datos medidos de iluminancia para el punto de muestreo 4.....	18
<b>Tabla 11.</b> Niveles de iluminación promedio y recomendaciones. ....	19
<b>Tabla 12.</b> Datos para el diseño de las luminarias en la sección Contabilidad.....	31
<b>Tabla 13.</b> Especificaciones de las luminarias seleccionadas para Contabilidad. .	33
<b>Tabla 14.</b> Datos para el diseño de las luminarias en la sección Gerencia. ....	38
<b>Tabla 15.</b> Especificaciones de las luminarias seleccionadas para Gerencia. ....	40
<b>Tabla 16.</b> Datos para el diseño de las luminarias en el área de Ventas.....	45
<b>Tabla 17.</b> Especificaciones de las luminarias seleccionadas para Ventas.....	47
<b>Tabla 18.</b> Datos para el diseño de las luminarias en la Bodega del almacén..	51
<b>Tabla 19.</b> Especificaciones de las luminarias seleccionadas para Bodega.....	53
<b>Tabla 20.</b> Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta. .	59
<b>Tabla 21.</b> Costo de adquisición e instalación del nuevo sistema de iluminación.	60
<b>Tabla 22.</b> Beneficio de la propuesta.....	61

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** “Rediseño de la iluminación artificial en las áreas de trabajo de la Empresa Ferretería Promacero Matriz Pelileo en el año 2017”

**Autor:** Julio César Villafuerte Masabanda

**Tutor:** Ing. José Mauricio Salas Monteros, Mg.

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto consiste en un estudio de la iluminación de las instalaciones de la empresa Ferretería Promacero matriz Pelileo. Como punto de partida se establecieron las condiciones generales de la iluminación en las áreas de gerencia, contabilidad, ventas y bodega del almacén a través de mediciones con un instrumento denominado luxómetro. Del estudio realizado se obtuvieron los valores de 29, 35, 139 y 54 lux, respectivamente, lo que implica que las instalaciones no presentan niveles de luz adecuados y por lo tanto que el sistema de iluminación requiere un mejoramiento, debido a que están por debajo de los límites mínimos establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393, cuyos valores son de 300, 300, 200 y 100 lux respectivamente. Con el objeto de contribuir al mejoramiento de la situación actual se propone un rediseño de la iluminación en las áreas de trabajo, que implica la instalación de nuevas luminarias para permitir que los empleados dispongan de mejores condiciones de confort visual y que de ese modo mejoren su desempeño laboral. En el rediseño se consideraron los niveles de iluminación de 294, 592, 351 y 220 lux, que satisfacen el requerimiento de la normativa, para las áreas de contabilidad, gerencia, ventas y bodega del almacén, respectivamente. Por otra parte, se establecieron algunos parámetros de diseño como un coeficiente de reflectancia de 0.60 para los techos; 0.40 para las paredes y 0.25 para los pisos. En el caso del factor de utilización, se considera de 0.72 y 0.67, y el coeficiente de mantenimiento de 0.70 para todas las áreas. Una vez implementada la propuesta los trabajadores dispondrán de un sistema conforme con la normativa de confort visual.

**Descriptor:** Condiciones de trabajo, Flujo luminoso, Iluminación, Iluminancia.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME:** “Artificial lighting redesign in the work areas of Promacero Hardware Store Pelileo Parent Company in the year 2017”

**Author:** Julio César Villafuerte Masabanda

**Tutor:** Eng. José Mauricio Salas Monteros, Mg.

**ABSTRACT**

The project is a study of the installations lighting of Promacero Hardware Store Pelileo Parent Company. As a starting point, the general lighting conditions were established in the areas of management, accounting, sales, and warehouse through measurements with an instrument called a luxmeter. The values of 29, 35, 139, and 54 lux, were obtained from the measurements, respectively, which implies that the facilities do not have adequate light levels, and therefore the lighting system requires an improvement, due they are under the minimum limits established in Executive Decree 2393, whose values are 300, 300, 200, and 100 lux respectively. In order to contribute to the improvement of the current situation, a redesign of the lighting in the work areas is proposed which involves the installation of new luminaires, to allow employees to have better conditions of visual comfort and thus improve their work performance. In the redesign, the values of 294, 592, 351, and 220 lux were considered for the accounting, management, sales, and warehouse areas, respectively. On the other hand, some design parameters were established as a reflectance coefficient of 0.60 for ceilings; 0.40 for walls, and 0.25 for floors. In the case of the use factor, it was considered of 0.72 and 0.67, while the coefficient of maintenance of 0.70 for all areas. Once the proposal has been implemented, the workers will have a system that complies with the standards of visual comfort.

**Keywords:** Illuminance, lighting, luminous flux, working conditions.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **Tema**

“Rediseño de la iluminación artificial en las áreas de Trabajo de la Empresa Ferretería Promacero Matriz Pelileo en el año 2017”.

#### **Introducción**

A nivel mundial la iluminación en los lugares de trabajo es un aspecto fundamental que tiene directa relación con el rendimiento laboral. La influencia de la luz en los neurotransmisores cerebrales puede modificar la atención, el humor y el comportamiento, por consiguiente es deseable tener una buena iluminación para cumplir satisfactoriamente con las tareas laborales, en la seguridad y en el bienestar general de los trabajadores (Durán, 2005).

Es imprescindible contar con una adecuada iluminación para el desarrollo de todo tipo de actividades laborales, independientemente de que se traten de tareas que impliquen contar con una gran agudeza visual (Philips, 2004).

En este sentido, en los entornos industriales con tareas visuales de dificultad moderada se ha investigado que existe un aumento de la productividad en función de un mejor nivel de iluminación, así un valor de 300 a 500 lux permite un aumento de la productividad en un 8%, en tanto que una iluminación entre 500 y 2000 lux permite que alcanzar el 20% de incremento de la productividad. La luz permite recibir gran parte de la información del entorno mediante el órgano de la vista.



En el ámbito laboral es indispensable la existencia de una iluminación correcta que permita ver sin dificultades las tareas que se realizan en el propio puesto de trabajo o en otros lugares de la empresa (almacén, garaje, laboratorio, despachos, escaleras, pasillos y zonas de tránsito)

Lastimosamente en el Ecuador por lo general se subestima la importancia que tiene la iluminación, se considera que este aspecto solamente influye en la agudeza visual pero se desconoce que también tiene una relación directa con el bienestar del trabajador. Así mismo dependiendo del tamaño de las empresas, se suele valorar el desempeño laboral de los trabajadores, pero no se analizan las causas que originan un rendimiento deficiente, por lo que el hecho de considerar a la iluminación como una potencial causa para el bajo desempeño es casi ignorada.

Actualmente con el desarrollo de la tecnología y la evolución de la especialización en las distintas actividades del diario vivir, se dispone de áreas del conocimiento específicas para el diseño adecuado de los espacios interiores y exteriores, que contemplan la consideración de aspectos como la iluminación natural y artificial de las instalaciones, además se puede contar con sistemas de automatización para la iluminación que en el caso de las grandes instalaciones permite aprovechar de mejor manera los recursos disponibles; pero esto todavía no tiene una amplia acogida pero en la práctica las empresas y ferreterías prefieren dejar esta importancia en un segundo plano para abaratar costos (Monroy, 2006).

La Ferretería Promacero de la ciudad de Pelileo es una empresa de carácter comercial, que se dedica a la venta al por mayor y menor de materiales de construcción, la que actualmente enfrenta problemas relacionados con la iluminación en las instalaciones, problema que se observa en mayor o menor medida en todas y cada una de las áreas, como son administración, ventas y en la bodega. Este inconveniente está repercutiendo en el desempeño laboral, lo que se evidencia con la presencia de reclamos de los clientes por el servicio brindado. Es decir, se aprecia que existe un bajo rendimiento laboral de los trabajadores, quienes manifiestan que la causa principal es la deficiente iluminación que no les permite tener una adecuada agudeza visual, experimentando enrojecimiento de los ojos,

párpados hinchados, es decir síntomas que son indicio de fatiga visual, además de que presentan cansancio físico y mental.

Las instalaciones fueron diseñadas sin tomar en consideración el requerimiento de ingreso de luz natural y priorizando la iluminación artificial que no responde a un estudio de carácter técnico, lo que afecta notablemente en la comodidad y el desempeño del personal de labores, hecho que a su vez afecta al bienestar de la empresa.

Específicamente en la bodega interna del almacén existen espacios de baja iluminación entre las perchas de los pasillos, ya que la longitud es de aproximadamente 15 m. y solamente se cuentan con tres focos de 60 W para cada uno de los dos pasillos existentes. Así también, en la bodega externa que alberga a los techos y perfiles de acero, se dispone de seis traslúcidos en la cubierta, sin embargo esto no es suficiente para que se tenga una visibilidad satisfactoria en el fondo de las perchas. Finalmente en el área de ventas pese a disponerse de cuatro lámparas, el nivel de luz es insuficiente porque el espacio tiene una longitud de ocho metros por cuatro metros de ancho y los estantes existentes no permiten una buena agudeza visual para los trabajadores y clientes.

### **Antecedentes**

La problemática existente en la Empresa Ferretería Promacero está manifestada en la inadecuada iluminación del entorno laboral en las diferentes áreas de trabajo, es decir, en ventas, administración y bodega. Esta situación está repercutiendo principalmente en la atención que brindan los empleados a los clientes, lo que implica que el desempeño laboral de los trabajadores sea bajo.

Adicionalmente, el diseño de las instalaciones no contempla el ingreso de la luz del sol, por lo que se tiene un escaso uso de la luz natural, aspecto que no favorece una buena atención al cliente, que sumado al alto consumo de energía eléctrica hacen que se generen elevados costos que afectan a la rentabilidad de la empresa.

Complementariamente, se debe destacar que las luminarias disponibles están colocadas en una ubicación inapropiada, lo que repercute en que se produzca una fatiga visual de los trabajadores, que se evidencia en el enrojecimiento de los ojos, párpados hinchados, entre otras afectaciones que sufren los trabajadores, lo que justifica la ineficiente atención a los clientes.

Finalmente, se debe señalar que es aún más crítica la iluminación de los productos de exhibición en el área de ventas, por lo que es imposible brindar un buen servicio a los clientes, con las consecuentes pérdidas económicas para la empresa, porque no se puede visualizar claramente toda la gama de productos que oferta la ferretería.

### **Justificación**

El proyecto metodológico propone identificar y valorar las actuales condiciones de la iluminación y los factores de riesgo que de ellas se derivan, para la toma de medidas que contribuyan a mejorar la situación de la seguridad y salud ocupacional en las áreas: administrativa, de ventas y bodega. Bajo la consideración de que la mala iluminación está incidiendo en el desempeño laboral del personal, el estudio tiene una importancia sustancial porque pretende contribuir con una evaluación técnica de los niveles de luz en los puestos de trabajo de cada uno de los colaboradores de la empresa.

La presente propuesta es **importante** para mejorar la situación actual de la iluminación y del desempeño laboral de los trabajadores de la Empresa Ferretería Promacero matriz Pelileo, por esta razón es de trascendental interés que se ejecute tomando como referente el estudio previo realizado y que se asegure la aplicación de medidas efectivas sustentadas en la normativa de diseño de iluminación existente. Con ello se pretende que los trabajadores tengan condiciones laborales más favorables, para elevar su rendimiento en las tareas que realizan.

Este estudio **beneficiará** a todos quienes conforman Promacero ya que permitirá determinar el desempeño individual, con el fin de alcanzar los resultados óptimos de rendimiento y la consecuente satisfacción empresarial.

El **impacto** del estudio se verá reflejado en el hecho que al contar con los elementos de juicio necesarios, respaldados técnicamente, se podrán implementar acciones para disminuir las enfermedades ocupacionales, la fatiga visual y en general las incomodidades derivadas de las deficientes condiciones de iluminación, lo que a su vez permitirá que mejore el clima laboral de la empresa.

La propuesta es **factible** porque se dispone de conocimientos de iluminación de las instalaciones. Además, económicamente el requerimiento de inversión para la ejecución de la propuesta puede ser cubierto y llevado adelante por parte de la gerencia de la empresa, puesto que los principales rubros corresponden a la adquisición de luminarias, cableado, un stock de repuestos y manejo de documentación.

La realización de la presente propuesta implica la consideración de ciertos parámetros de diseño tales como: la selección del tipo de luminarias, la determinación de los índices de reflectancia, de utilización y de mantenimiento, el cálculo del flujo luminoso total y del número de luminarias y la distribución de luminarias por área de trabajo.

Por lo expuesto anteriormente, es conveniente realizar la presente propuesta para mejorar las actuales condiciones en procura del beneficio de la empresa.

### **Objetivo General**

Rediseñar la iluminación artificial en las áreas de trabajo de la empresa “Ferretería Promacero” matriz Pelileo para el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar el nivel de iluminación existente en las áreas de trabajo de la Ferretería Promacero matriz Pelileo, en contraste con los mínimos establecidos por la normativa vigente.

- Establecer la iluminación adecuada para las áreas de trabajo de contabilidad, gerencia, ventas y bodega del almacén.
- Determinar el coeficiente de reflectancia, el factor de utilización y el factor de mantenimiento en las áreas de trabajo.
- Calcular el flujo luminoso total para cada una de las áreas de trabajo y definir la distribución y el número de luminarias para cada área de trabajo de la Ferretería Promacero.

## **CAPÍTULO II**

### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

#### **Diagnóstico de la situación actual de la empresa**

##### **Área de estudio**

En relación al tema de estudio se toma a consideración los siguientes aspectos relacionados a la delimitación, del objeto de la investigación, que son:

**Dominio:** Tecnología y sociedad.

**Linea de investigacion:** Medio Ambiente y Gestion de Riego.

**Campo:** Ingenieria Industrial.

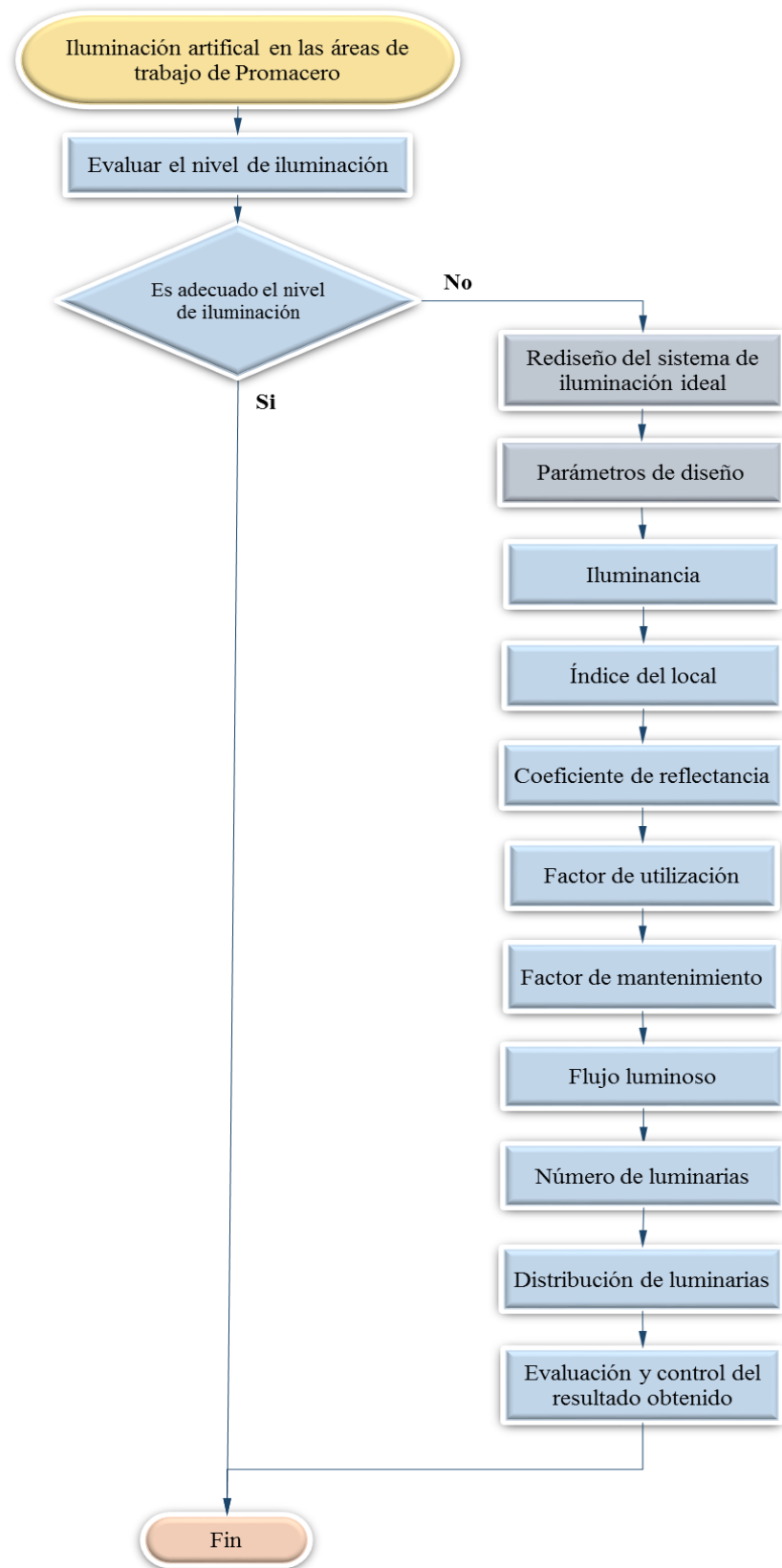
**Aspecto:** Riesgos físicos-Iluminacion.

**Objeto de estudio:** Mejorar el desempeño laboral.

**Periodo de analisis:** 2017

##### **Modelo operativo**

A continuación, en la figura 9, se presenta un diagrama en el que se muestra la secuencia llevada a cabo para el desarrollo de la ingeniería del proyecto:



**Figura 1.** Modelo operativo para la propuesta metodológica.

**Fuente:** Investigación directa.

**Elaborado por:** César Villafuerte

## **Desarrollo del modelo operativo**

El modelo operativo del proyecto de rediseño de la iluminación artificial en las áreas de trabajo de Promacero, tiene como punto de partida la evaluación del sistema de iluminación. La medición en cada una de las áreas permite establecer las condiciones de trabajo, que se considera que son inadecuadas, por lo cual es necesario rediseñar la iluminación artificial en la empresa “Ferretería Promacero” matriz Pelileo.

En este punto, la evaluación del nivel de iluminación contempla la revisión de la conformidad con los niveles mínimos recomendados por el Decreto Ejecutivo 2393 (1986) “Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo” y la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS (2008) “Condiciones de iluminación en los centros de trabajo” (Anexo C). En caso de no conformidad se procede al rediseño del sistema de iluminación y se establecen los parámetros del diseño, entre los cuales constan los siguientes: iluminancia, índice del local, coeficiente de reflectancia, factor de utilización, factor de mantenimiento, flujo luminoso, número de luminarias y distribución de las mismas en cada una de las áreas de trabajo. Finalmente, se determina como se realiza la evaluación y control del resultado obtenido.

## **Evaluación de Iluminancia**

### **Medición**

Los puntos de muestreo se midieron en forma individual para cada una de las áreas: administrativa (gerencia y contabilidad), ventas y bodega (Anexo A). En cada punto de muestreo se realizaron tres mediciones en tres días diferentes, en la mañana, al medio día y en la noche, de acuerdo a la información de la Tabla 1. El procedimiento seguido fue el mismo en los tres casos, en conformidad con lo establecido en la norma NM025 (2008), ya que la media aritmética de cada una de las mediciones realizadas por área corresponde a la iluminancia de cada uno de los locales

$$E_p = \frac{1}{n} \left( \sum E_i \right) \quad \text{Ec. 1}$$



Donde:

$E_p$  es la iluminancia media.

$E_i$  es cada uno de los valores medidos de iluminancia.

$n$  es el número de mediciones.

La medición de la iluminancia fue realizada por el autor de la presente propuesta metodológica, quien es el responsable de la obtención de la información y del procesamiento de los datos obtenidos. Para llevar adelante esta técnica el autor realizó mediciones de campo de los niveles de iluminación, en las instalaciones de la Empresa Ferretería Promacero empleando un luxómetro digital.

**Tabla 1.** Plan para la medición de iluminancia.

FECHA	HORA	TIPO DE ILUMINACIÓN
Martes 3 de enero	8H00-12H00	Natural (área administrativa y ventas) Artificial (ventas y bodega)
Miércoles 4 de enero	12H00-16H00	Natural (área administrativa y ventas) Artificial (ventas y bodega)
Jueves 5 de enero	16H00-20H00	Artificial (todas las áreas)

**Elaborado por:** César Villafuerte

La iluminancia media del local es el promedio de los valores obtenidos de la medición. El equipo empleado para las mediciones de iluminancia fue un luxómetro, con las especificaciones mostradas en la Tabla 2 y Anexo B:


**Tabla 2.** Características del equipo de medición de la iluminancia.

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Nombre del equipo	Luxómetro de Bolsillo
Marca	EXTECH INSTRUMENTS
Modelo	401027
Magnitud a medir	Iluminancia
Unidad de medida	Bujía-pie (1bujía-pie=10,76 lux)
Componentes	Equipo y sensor de iluminación
Escalas de medición	0 a 199,9 Fc; 200 a 1999 Fc
Precisión	+/- (5% + 4 dígitos)
Fuente de energía	9V Batería

**Fuente:** www.extech.com (2013)

**Elaborado por:** César Villafuerte

Para la representación de las fuentes de iluminación disponible en cada uno de los locales de la Ferretería Promacero matriz Pelileo se utilizará el símbolo para aparatos luminosos como parte de las instalaciones eléctricas, establecido en el CPE INEN 002 (1987): Código de práctica para dibujo de arquitectura y construcción:

Aparato luminoso 

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada una de las áreas y posteriormente se realiza el análisis correspondiente:

### Área de Muestreo 1: Área Administrativa Sección Contabilidad

Detalle: Localizada en la segunda planta del edificio principal (ver Anexo A).

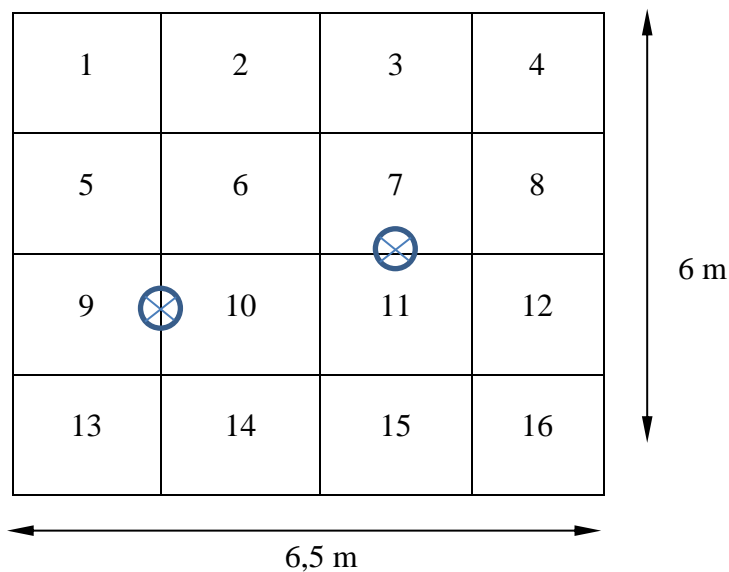
Datos:

Largo 6,5 metros.

Ancho 6 metros.

Altura de montaje de las luminarias 1,75 metros

Número mínimo de puntos de medición = 16



**Figura 2.** Croquis de la Sección Contabilidad con los puntos de medición.

**Elaborado por:** César Villafuerte

**Tabla 3.** Condiciones generales de la iluminación en la Sección Contabilidad.

<b>DETALLE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Tipo de iluminación	Natural (durante el día) y artificial general (desde las 17h00)
Tipo de luminarias	Fluorescentes de 15 W cada una
Cantidad de luminarias	6 luminarias ubicadas de en dos puntos de la habitación (agrupadas de 3 en 3) Ver Fig.2
Número de trabajadores	2

**Elaborado por:** César Villafuerte

**Resultados:**

**Tabla 4.** Datos medidos de iluminancia para el punto de muestreo 1.

<b>REGISTRO MEDICIÓN DE ILUMINANCIAS</b>			
<b>ILUMINANCIA E (lux)</b>			
<b>Punto de muestreo</b>	<b>Martes 3 de enero</b>	<b>Miércoles 4 de enero</b>	<b>Jueves 5 de enero</b>
<b>1</b>	39,81	30,13	24,75
<b>2</b>	16,14	6,46	3,23
<b>3</b>	37,66	29,05	21,52
<b>4</b>	20,44	15,06	11,84
<b>5</b>	47,34	41,96	40,89
<b>6</b>	23,67	21,52	18,29
<b>7</b>	46,27	59,18	83,93
<b>8</b>	25,82	22,60	19,37
<b>9</b>	33,36	34,43	21,52
<b>10</b>	39,81	37,66	35,51
<b>11</b>	73,17	69,94	67,79
<b>12</b>	25,82	23,67	20,44
<b>13</b>	15,06	17,22	12,91
<b>14</b>	21,52	20,44	16,14
<b>15</b>	24,75	18,29	16,14
<b>16</b>	15,06	11,84	12,91
<b>Promedio</b>	<b>31,6</b>	<b>28,7</b>	<b>26,7</b>

**Elaborado por:** César Villafuerte



**Figura 3.** Fotografía del área de Contabilidad con la iluminación artificial.  
**Elaborado por:** César Villafuerte

**Área de Muestreo 2: Área Administrativa Sección Gerencia**

Detalle: Localizada en la segunda planta del edificio principal (ver Anexo 2).

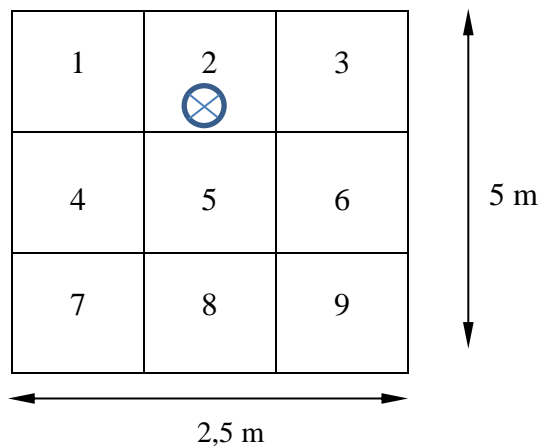
Datos:

Largo 5 metros.

Ancho 2,5 metros.

Altura de montaje de las luminarias 1,75 metros

Número mínimo de puntos de medición = 9



**Figura 4.** Croquis de la Sección Gerencia con los puntos de medición.  
**Elaborado por:** César Villafuerte

**Tabla 5.** Condiciones generales de la iluminación en la Sección Gerencia.

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Tipo de iluminación	Natural (durante el día) y artificial general (desde las 17h00)
Tipo de luminarias	Incandescente de 110 W
Cantidad de luminarias	1 luminaria ubicadas en un punto de la habitación Ver Fig.4
Número de trabajadores	2

**Fuente:** Investigación directa.

**Elaborado por:** César Villafuerte



**Figura 5.** Fotografía del área de Gerencia con la iluminación artificial.

**Fuente:** Investigación directa.

### Resultados:

**Tabla 6.** Datos medidos de iluminancia para el punto de muestreo 2.

REGISTRO MEDICIÓN DE ILUMINANCIAS ILUMINANCIA E (lux)			
Punto de muestreo	Martes 3 de enero	Miércoles 4 de enero	Jueves 5 de enero
1	36,58	29,05	33,36
2	53,80	48,42	51,65
3	40,89	34,43	33,36
4	38,74	44,12	40,89
5	58,10	54,88	82,85
6	29,05	32,28	44,12
7	15,06	12,91	5,38
8	30,13	29,05	13,99
9	20,44	25,82	18,29
<b>Promedio</b>	<b>35,9</b>	<b>34,6</b>	<b>36,0</b>

**Elaborado por:** César Villafuerte

### Área de Muestreo 3: Área de Ventas

Detalle: Localizada en la primera planta del edificio principal (ver Anexo A).

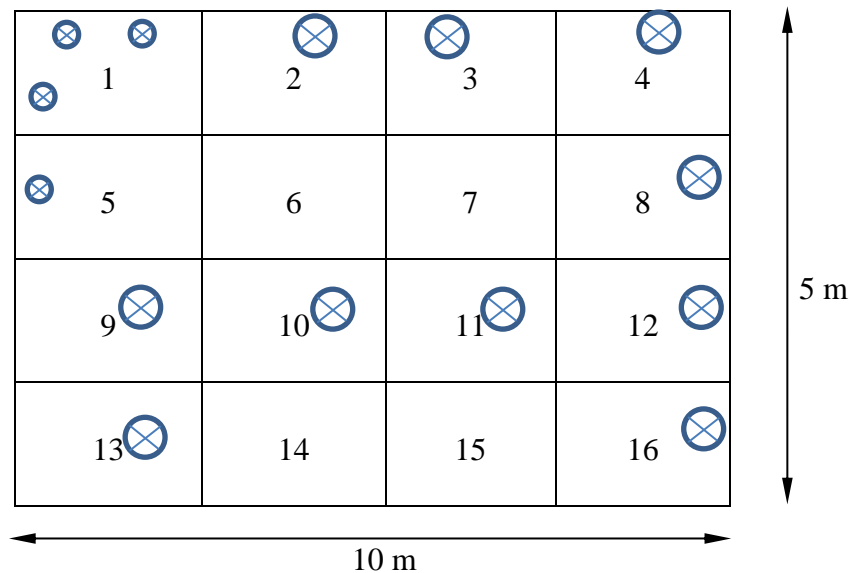
Datos:

Largo 10 metros.

Ancho 5 metros.

Altura de montaje de las luminarias 1,75 metros

Número mínimo de puntos de medición = 16



**Figura 6.** Croquis del Área de Ventas con los puntos de medición.

**Elaborado por:** César Villafuerte

**Tabla 7.** Condiciones generales de la iluminación del Área de Ventas.

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Tipo de iluminación	Natural (durante el día), artificial general (desde las 17h00) y localizada (permanente)
Tipo de luminarias	Leds, Incandescente de 50 W y Fluorescente de 20 W
Cantidad de luminarias	14 luminarias ubicadas en diferentes puntos de la habitación Ver Fig.6
Número de trabajadores	5

**Elaborado por:** César Villafuerte



**Figura 7.** Fotografía del área de Ventas.

**Fuente:** Investigación directa.

**Elaborado por:** César Villafuerte

**Resultados:**

**Tabla 8.** Datos medidos de iluminancia para el punto de muestreo 3.

<b>REGISTRO MEDICIÓN DE ILUMINANCIAS</b>			
<b>ILUMINANCIA E (lux)</b>			
<b>Punto de muestreo</b>	<b>Martes 3 de enero</b>	<b>Miércoles 4 de enero</b>	<b>Jueves 5 de enero</b>
<b>1</b>	47,34	63,48	72,09
<b>2</b>	215,20	263,62	223,81
<b>3</b>	37,66	45,19	41,96
<b>4</b>	36,58	61,33	68,86
<b>5</b>	97,92	115,13	95,76
<b>6</b>	161,40	110,83	125,89
<b>7</b>	317,42	292,67	266,85
<b>8</b>	360,46	265,77	284,06
<b>9</b>	130,20	112,98	104,37
<b>10</b>	89,31	94,69	102,22
<b>11</b>	371,22	201,21	173,24
<b>12</b>	275,46	267,92	274,38
<b>13</b>	59,18	31,20	35,51
<b>14</b>	36,58	37,66	45,19
<b>15</b>	63,48	133,42	115,13
<b>16</b>	94,69	81,78	90,38
<b>Promedio</b>	<b>149,6</b>	<b>136,2</b>	<b>132,5</b>

**Elaborado por:** César Villafuerte

### Área de Muestreo 4: Bodega del almacén de ventas

Detalle: Localizada en la primera planta junto al área de ventas (ver Anexo A).

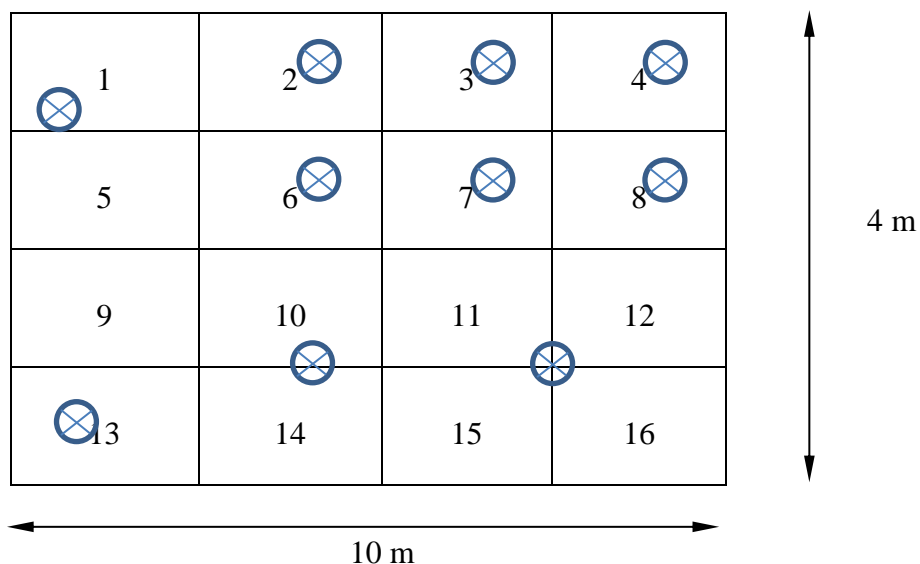
Datos:

Largo 10 metros.

Ancho 4 metros.

Altura de montaje de las luminarias 1,75 metros

Número mínimo de puntos de medición = 16



**Figura 8.** Croquis de la Bodega de almacén con los puntos de medición.

**Elaborado por:** César Villafuerte

**Tabla 9.** Condiciones generales de la iluminación de la Bodega.

DETALLE	DESCRIPCIÓN
Tipo de iluminación	Artificial general (permanente)
Tipo de luminarias	Incandescente de 110 W y Fluorescente de 20 W
Cantidad de luminarias	10 luminarias ubicadas en varios puntos de la habitación (divida en 3 secciones para ubicación de las perchas) Ver Fig.8
Número de trabajadores	4

**Fuente:** Investigación directa.

**Elaborado por:** César Villafuerte





**Figura 9.** Fotografía de la Bodega del almacén.

**Fuente:** Investigación directa.

**Elaborado por:** César Villafuerte

**Resultados:**

**Tabla 10.** Datos medidos de iluminancia para el punto de muestreo 4.

<b>REGISTRO MEDICIÓN DE ILUMINANCIAS</b>			
<b>ILUMINANCIA E (lux)</b>			
<b>Punto de muestreo</b>	<b>Martes 3 de enero</b>	<b>Miércoles 4 de enero</b>	<b>Jueves 5 de enero</b>
<b>1</b>	80,70	74,24	83,93
<b>2</b>	22,60	23,67	26,90
<b>3</b>	30,13	32,28	27,98
<b>4</b>	37,66	36,58	31,20
<b>5</b>	63,48	59,18	58,10
<b>6</b>	47,34	49,50	50,57
<b>7</b>	22,60	25,82	23,67
<b>8</b>	30,13	37,66	33,36
<b>9</b>	46,27	63,48	52,72
<b>10</b>	62,41	61,33	54,88
<b>11</b>	24,75	23,67	16,14
<b>12</b>	41,96	43,04	45,19
<b>13</b>	208,74	187,22	217,35
<b>14</b>	66,71	62,41	47,34
<b>15</b>	27,98	25,82	18,29
<b>16</b>	60,26	63,48	55,95
<b>Promedio</b>	<b>54,6</b>	<b>54,3</b>	<b>52,7</b>

**Fuente:** Investigación directa.

**Elaborado por:** César Villafuerte

Para hacer una valoración que permita conocer de manera objetiva si los niveles actuales de la iluminación disponible en las diferentes áreas de trabajo de la Empresa Promacero matriz Pelileo son satisfactorios, es necesario comparar los datos obtenidos con los recomendados por las normas, disposiciones legales y especificaciones técnicas referentes a iluminación en oficinas y áreas de almacén. Para el efecto se va a considerar los valores promedio de iluminación de los tres días de muestreo por cada una de las áreas de trabajo. A continuación, en la Tabla 11 se presentan los resultados obtenidos y la comparación correspondiente:

**Tabla 11.** Niveles de iluminación promedio y recomendaciones.

ÁREA DE TRABAJO	NIVEL DE ILUMINACIÓN PROMEDIO (lux)	NIVELES MÍNIMOS RECOMENDADOS (lux)	
		DECRETO EJECUTIVO 2393	NOM-025-STPS-2008
<b>Contabilidad</b>	29	300	300
<b>Gerencia</b>	35,5	300	300
<b>Ventas</b>	139,4	200	200
<b>Bodega del almacén</b>	53,9	100	100

**Elaborado por:** César Villafuerte

### **Análisis e Interpretación**

Observando los resultados de la Tabla 11 y contrastados con las normas técnicas establecidas (Anexo C), se puede determinar que los actuales niveles de la iluminación en todas las áreas y especialmente en las oficinas de Contabilidad y de Gerencia son insuficientes para asegurar un ambiente de trabajo adecuado.

Con este análisis queda comprobado el hecho de que la iluminación de las instalaciones de Ferretería Promacero matriz Pelileo es deficiente.

### **Interpretación**

De los entre los síntomas señalados, es notorio que una importante cantidad de trabajadores presentan fatiga en los ojos, vista cansada y/o picazón de ojos, mientras que los otros síntomas aunque están presentes, no afectan a un número

considerable de individuos. Esto determina que es necesario adoptar medidas para mejorar el sistema de iluminación con el objeto de disminuir la incidencia de síntomas de afectación a la salud visual de los trabajadores.

### **Influencia de la iluminación en la salubridad y productividad**

En la empresa se emplea la iluminación artificial solamente en los puestos en los que la iluminación natural es insuficiente. Además, se constató que existen lámparas que están fundidas o al menos averiadas, luminarias sucias o cubiertas de polvo. Todo esto es debido a que actualmente no se cuenta con un programa de mantenimiento y limpieza del sistema de iluminación artificial. Por otra parte, la gran mayoría de las personas admiten que el nivel de iluminación existente no satisface el requerimiento de su puesto de trabajo e indican que existen puestos de trabajo en los cuales a ciertas horas del día se proyectan sombras que interfieren en el desarrollo de sus tareas.

A través de una investigación no estructurada preliminarmente realizada en las instalaciones de la Ferretería Promacero matriz Pelileo se establece que una importante cantidad de trabajadores presentan fatiga en los ojos, vista cansada, picazón de ojos y/o visión borrosa. Esto determina que es necesario adoptar medidas para mejorar el sistema de iluminación con el objeto de disminuir la incidencia de síntomas de afectación a la salud visual de los trabajadores.

La productividad está relacionada con los recursos invertidos y la producción obtenida. En este caso particularmente interesa la productividad del talento humano, por consiguiente los recursos invertidos son las personas que prestan sus servicios en la Empresa Promacero matriz Pelileo y la producción es su desempeño laboral. Desde el punto de vista de la gerencia, el desempeño laboral de quienes laboran en la empresa no es satisfactorio, tomando en cuenta ámbitos como el conocimiento del trabajo, orientación de resultados, calidad, relaciones interpersonales, creatividad, trabajo en equipo, organización y actitud. Al estudiar la situación, se evidencia que la orientación de resultados, la calidad, la actitud y la

creatividad son los de menor rendimiento, hecho que puede estar asociado con los actuales niveles de iluminación.

### **Parámetros de Rediseño del sistema de iluminación**

El diseño del proyecto tiene por objeto redistribuir la iluminación de tipo artificial en las instalaciones de la empresa Ferretería Promacero matriz Pelileo, para lo cual es necesaria la determinación del índice del local, el coeficiente de reflectancia, el factor de utilización, el factor de mantenimiento, el flujo luminoso total, el número de luminarias, la distribución de las luminarias y los niveles de iluminancia en cada una de las áreas y puntos de muestreo.

La iluminación medida en luxes debe ser al menos igual a los límites establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393 y la norma NOM-025-STPS-2008, conforme se detalló en la tabla 11. Por consiguiente es necesario elevar los valores actuales a través de la implementación de nuevas luminarias. Este parámetro es el punto de partida para el diseño.

Luego de determinar el nivel de iluminación, se tiene que calcular el índice del local, que está en función del largo, ancho y altura del local. Para el efecto se utilizan dos fórmulas de cálculo, según si se tratan de luces directas o indirectas.

El coeficiente de reflectancia consiste en un número adimensional que expresa el efecto que produce la propagación de la luz en la instalación, como efecto de los materiales y colores de las paredes, piso y techo.

Los factores de utilización y de mantenimiento dependen de las condiciones en las que operará el sistema de iluminación.

El flujo luminoso proviene del nivel de iluminación en lux, pero en relación con el área de la superficie iluminada, con el factor de utilización y con el factor de mantenimiento. Es decir, es una magnitud de luminosidad que está en función de las condiciones de uso del sistema de iluminación.

La cantidad de luminarias y de empaquetaduras es de fundamental interés, así como la forma en la que se distribuyen en el local. En este sentido, es fundamental que la distribución permita que el nivel de iluminación sea uniforme y equitativo en todos los puntos de la instalación.

Finalmente, el color de la iluminación también repercute en el confort visual, dado que permite que se aprecien claramente los objetos y al mismo tiempo se debe evitar deslumbramientos y sombras. Por esta razón se tiene que seleccionar un color que sea adecuado al tipo de requerimiento. A continuación se describe la manera de encontrar cada uno de los valores para cada uno de los casos:

### Índice del local o constante del salón

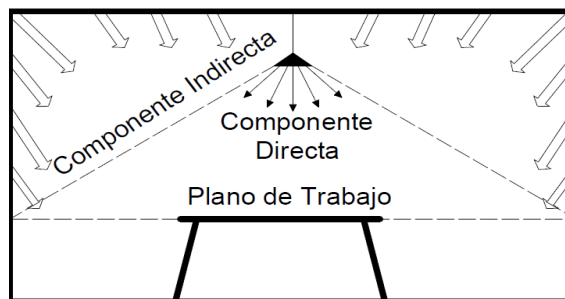
Para luces directas:

$$\text{Índice de local} = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de Montaje} \times (\text{Largo} + \text{Ancho})} \quad \text{Ec. 2}$$

Para luces indirectas:

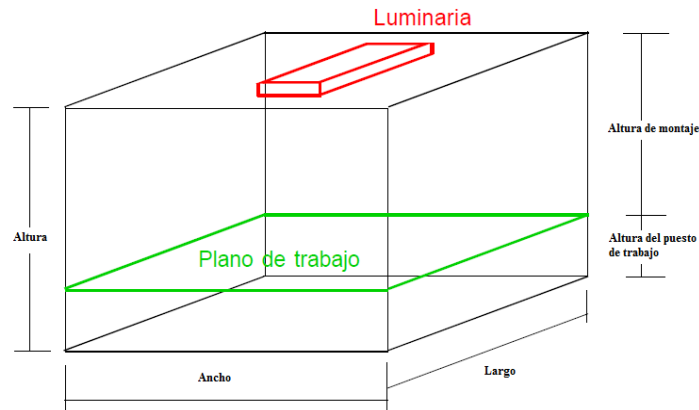
$$\text{Índice de local} = \frac{3 \times \text{Largo} \times \text{Ancho}}{2 \times (\text{Altura de Montaje} + 0,85) \times (\text{Largo} + \text{Ancho})} \quad \text{Ec. 3}$$

Se considera el plano de trabajo a 0,85 metros



**Figura 10.** Distribución del flujo luminoso en las superficies de trabajo.

**Fuente:** Raitelli (2002)



**Figura 11.** Distribución de las luminarias y plano de trabajo en una instalación.

**Elaborado por:** César Villafuerte

### **Coefficiente de reflectancia**

Se determina mediante la utilización de las tablas para los coeficientes de reflectancia en paredes, piso y techo, que dependen del material del que están compuestos, o de acuerdo al color de las superficies del área de proyecto. En el presente caso se muestran los valores en el Anexo D.

### **Factor de utilización $\eta$**

Es la relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria.

Es el término que define el comportamiento que tendrá una luminaria en un local dado y su valor estará íntimamente relacionado con el Índice del local. También depende en gran medida del color y la textura de las paredes, especialmente en los locales pequeños.

Este factor está dado en tablas a partir de los valores de reflectancia en el techo y paredes y con el índice del local calculado.

Para el presente caso se trabaja con los valores suministrados en el Anexo E.

### **Factor de mantenimiento $f_m$**

El proyecto de iluminación debe diseñarse con un factor de mantenimiento total calculado para el equipo de alumbrado seleccionado, ambiente espacial y programa de mantenimiento especificado. Los valores de iluminancia recomendados deben mantenerse todo el tiempo para permitir que la iluminación sea eficiente y cumpla con la función asignada.

El factor de mantenimiento depende de las características de mantenimiento de la lámpara y del equipo eléctrico, la luminaria, el ambiente y el programa de mantenimiento.

Para el presente caso se elegirá el factor de mantenimiento tomando en cuenta las características de las luminarias y la polución del ambiente, a partir de los datos de la tabla del Anexo F.

### **Flujo luminoso total**

El flujo luminoso total requerido se obtiene a partir de la siguiente fórmula de cálculo:

$$\Phi = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

$\Phi$  es el flujo luminoso total requerido en lumen (lm)

E es la iluminancia o nivel de iluminación en lux (lx)

S superficie o área de iluminación ( $m^2$ )

$\eta$  factor de utilización (adimensional)

$f_m$  factor de mantenimiento (adimensional).

### **Cálculo del número de luminarias**

El número de luminarias para cada área de trabajo depende del flujo luminoso total requerido, del flujo luminoso de cada luminaria (a partir de datos del fabricante) y del número de lámparas por empaquetadura. Para lo cual se aplica la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi}{n \times \Phi_L} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

N es el número de luminarias del área de trabajo.

$\Phi$  es el flujo luminoso total requerido en lumen (lm)

n número de luminarias por empaquetadura (adimensional)

$\Phi_L$  es el flujo luminoso de cada luminaria (lm)

### **Número de empaquetaduras**

El número de empaquetaduras depende del número de luminarias totales y del número de luminarias que dispone cada empaquetadura, es decir:

$$n_e = \frac{N}{n} \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

$n_e$  es el número de empaquetaduras

N es el número de luminarias totales del área de trabajo

n número de luminarias por empaquetadura.

### **Distribución de las luminarias**

La distribución de las luminarias en el área de trabajo debe responder al requerimiento de que exista la mayor uniformidad posible de niveles iluminación (iluminancia) en toda la superficie de la instalación, para lo cual en todos los puntos



de muestreo se tiene que alcanzar los valores mínimos establecidos por las disposiciones legales y técnicas existentes.

En el presente diseño se consideran como referentes los valores establecidos por la norma AENOR UNE-EN 12464-1 (2003) *Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo*, debido a que esta norma presenta información específica para oficinas y almacenes, a diferencia del Artículo 56 del Decreto Ejecutivo 2393 que básicamente establece valores para actividades de producción.

Se puede emplear la siguiente fórmula para la distribución del número de luminarias:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{n_e}{\text{Largo}} \times \text{Ancho}} \quad \text{Ec. 7}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \frac{\text{Largo}}{\text{Ancho}} \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

N es el número de luminarias totales del área de trabajo.

$N_{\text{ancho}}$  es el número de luminarias a lo ancho del área de trabajo.

Además para la distribución de las luminarias se puede emplear un software, que permita realizar una distribución uniforme y conocer los valores de iluminancia de cada uno de los puntos de muestreo dentro del área de trabajo.

### **Color de la iluminación**

Un buen color de la luz y una adecuada reproducción del color influyen en la creación de un entorno natural. Estos dos elementos propician una atmósfera agradable aumentando la belleza natural, luminosidad y frescura general del entorno de trabajo.

Las características cualitativas que distinguen a los diversos colores son:

1) Tono: corresponde al concepto físico de longitud de ondas, es decir cuando se dice color amarillo se refiere al tono del color que tiene una longitud de onda de 570 nm.

El ojo humano percibe muy bien el tono del color pero no la causa que lo produce.

2) Intensidad: representa la fuerza con que el ojo humano perciben un determinado color, sin tener en cuenta el tono cromático, por lo que es una cualidad subjetiva, pero es fácil comprender que el color blanco es el más intenso que los otros y el negro es el menos intenso.

3) Saturación: depende de la cantidad de blanco que contiene un color. Se dice que un color es saturado cuando no contiene blanco, al irle agregando se conseguirán distintos matices de un mismo color, que se irá debilitando gradualmente a medida que aumenta la cantidad de blanco, sin perder por ello su calidad en cuanto a color.

El color de la iluminación a utilizar depende de la necesidad, por esta razón a continuación se presentan algunas ventajas y desventajas de la luz blanca y amarilla:

### **La Luz Blanca**

Ventajas:

- La luz blanca da mejor visibilidad a las personas que caminan por aceras, lo que permite que sean menos propensos a tropezar en superficies irregulares. Así, en casa se puede colocar en pasadizos, patios y lugares de alto tránsito.
- Permite resaltar los detalles decorativos en una habitación o sala, principalmente de noche.
- Da más luminosidad empleando menos watt, lo que a la larga permite un bajo consumo de corriente eléctrica.

- La vida útil de un foco de luz blanca es más prolongado, de aproximadamente 5 mil a 7 mil horas de uso.
- No provoca calor lo que hace que tenga poca pérdida de energía.
- No pierde intensidad de luz al aumentar las horas de trabajo, su luz se mantiene constante.
- No contienen sustancias como mercurio o gas, por lo que contaminan menos.

Desventajas:

- Emite una luz fría, que a veces nos crea una atmosfera melancólica y triste.
- Es más cara que los focos convencionales.
- En un cuarto de colores oscuros tiende a oscurecerlo más.

### **La Luz Amarilla**

Ventajas:

- Es efectiva para usarla en exteriores por la eficiencia luminosa elevada.
- Son más económicas y es fácil de encontrarlas en cualquier lugar de venta.
- Le da calidez al ambiente.
- En el uso indirecto de este tipo de luz ayuda a crear mayor dramatismo porque intensifica los colores, como por ejemplo: para iluminar una pintura o una pared texturada.
- Eleva el ánimo y se puede utilizar en espacios donde se reúnen personas.

Desventajas:

- Son focos que queman al tocarlos.
- Generan mucho calor en un ambiente lo que hace que gaste mucha energía.
- Tiene menos vida útil, aproximadamente 1000 horas.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS**

#### **Presentación de la propuesta**

##### **Alcance**

El rediseño corresponde a una intervención en la distribución y en el tipo de luminarias de las áreas de gerencia, contabilidad, ventas y bodega de la empresa Ferretería Promacero matriz Pelileo y es aplicable para la ejecución del presente proyecto, teniendo como prioridad la satisfacción de las demandas visuales que exige la realización de cada una de las tareas en los puestos de trabajo.

##### **Uniformidad del nivel de iluminancia**

La iluminancia de cada punto de muestreo debe cumplir con los requerimientos mínimos y además no deben existir grandes diferencias entre los mismos. De esa forma se evitan los inconvenientes que contribuyen a la fatiga visual, tales como reflejos, deslumbramientos, entre otros.

Para el diseño se utilizó el software LumenLUX, con el cual es posible realizar los cálculos de cada uno de los parámetros presentados en el modelo operativo, cuyos resultados se muestran en el desarrollo del presente capítulo. Al mismo tiempo se emplearon las fórmulas establecidas en el capítulo II, mediante el empleo de una hoja de cálculo. A continuación se realiza el diseño de las instalaciones con base en los parámetros establecidos y por cada una de las áreas de trabajo:

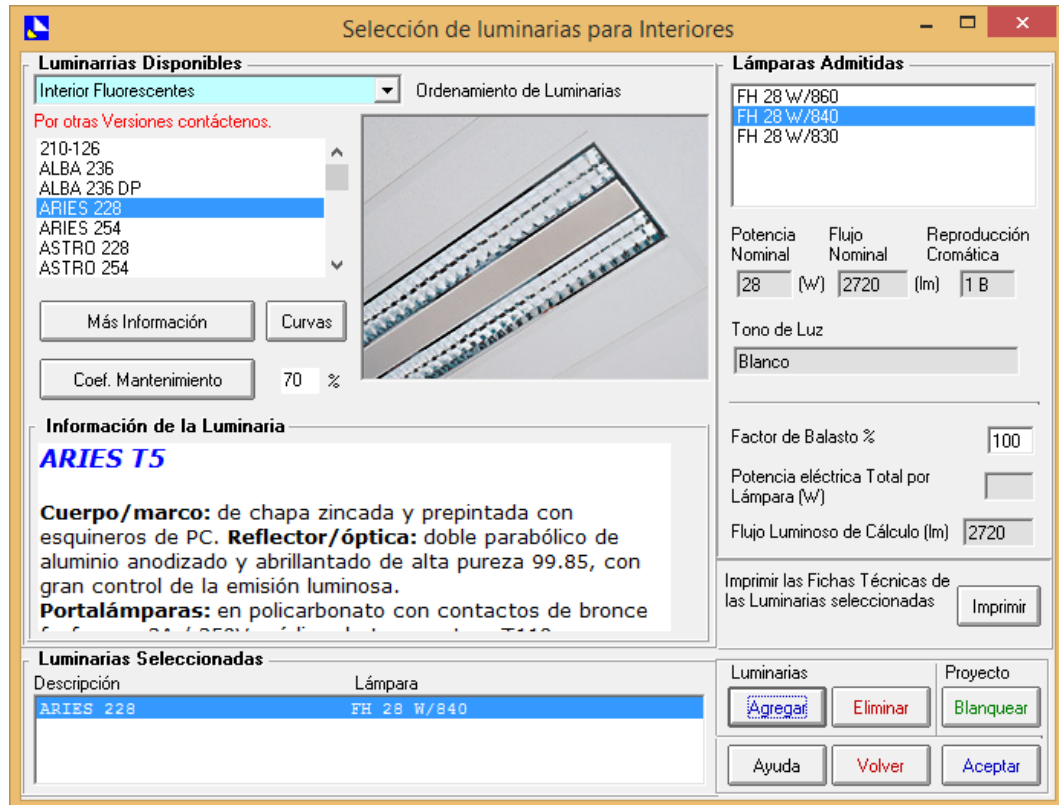
## Área Administrativa sección Contabilidad

**Tabla 12.** Datos para el diseño de las luminarias en la sección Contabilidad.

ÁREA DE TRABAJO		Administrativa sección Contabilidad
Tipo de iluminación	Artificial general	
<b>Dimensiones</b>		
Largo	6,5	
Ancho	6	
Altura de montaje	1,75	
Altura del puesto de trabajo	0,85	
<b>Parámetros de diseño</b>		
Índice del local	1,7829 → 2	
Coeficiente de reflexión (Anexo D)	Techo: 0,60	
	Paredes: 0,40	
	Piso: 0,25	
Factor de utilización $\eta$ (Anexo E)	0,67	
Factor de mantenimiento $f_m$ (Anexo F)	Abierta moderada: 0,70	
Iluminancia media requerida E (lx)	350	
Flujo luminoso $\Phi$ (lm)	29104,48	
Luminarias denominación	Aries 228 FH 28W/840 Philips EFix empotrable TBS260 2xTL5-28W HFR D6	
Flujo luminoso de cada luminaria $\Phi_L$ (lm)	1360	
Número de luminarias por empaquetadura n	2	
Número de luminarias N	10,70 → 12	
Número de empaquetadura $n_e$	5,35 → 6	
<b>Distribución de luminarias</b>		
Largo	3	
Ancho	2	

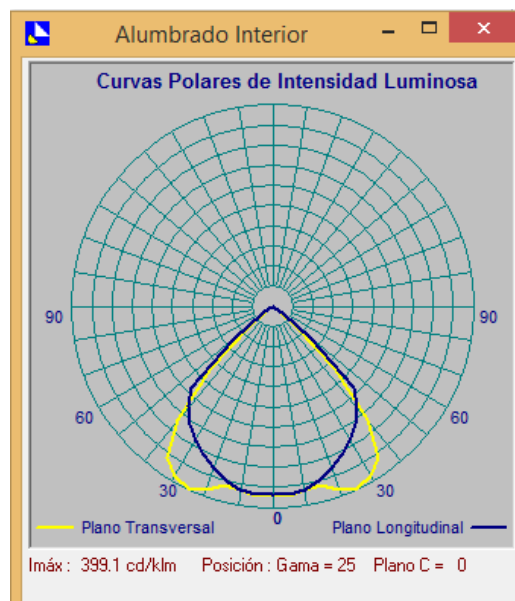
Elaborado por: César Villafuerte

Detalle luminarias:



**Figura 12.** Especificaciones de luminaria seleccionada en software de diseño.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).



**Figura 13.** Curvas polares de Intensidad luminosa para luminarias Contabilidad.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Las luminarias seleccionadas en el software tienen la denominación de Aries 228 FH 28W/840, que son de tipo fluorescente y se emplean para iluminación interior.

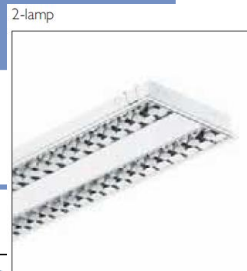
Pero en el mercado ecuatoriano no están disponibles, por lo que es necesario utilizar luminarias que si se comercialicen. Tomando en cuenta las especificaciones de las mencionadas luminarias, así como la curva de intensidad luminosa (Fig.13), se selecciona un modelo que tenga la mayor similitud posible con la del diseño, siendo las de mayor semejanza por sus características las siguientes:

### Philips EFix empotrable TBS260 2xTL5-28W HFR D6









Las especificaciones de las mencionadas luminarias se muestran en el Anexo G y a continuación en la Tabla 13:

**Tabla 13.** Especificaciones de las luminarias seleccionadas para Contabilidad.

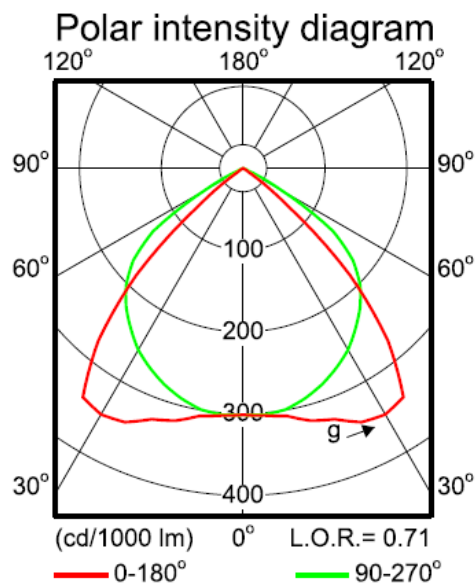
INTERIOR   LUMINARIAS EMPOTRABLES	
<h1>EFix empotrable</h1>	
Luminaria empotrable de fluorescencia lineal TL5.	
Versiones	Todas las versiones llevan placas intermedias lisas
Materiales	Carcasa de chapa de acero prelacado en blanco
Fuente de luz	2 lámparas 28W, 3 y 4 lámparas 14/24W
Equipos	Disponibles versiones HF-S II (HF Selectalume II), HFR y HFD (Dali) y LX (Luxense)
Ópticas	C6, D6, M6, M2 y P
Instalación	Conector con acceso externo y posibilidad de conexión interno (igual que la TBS160)
Accesorios	Dos tipos de anclaje, uno para techos de perfil oculto simétrico (ZGS260 MB anclajes universales) y otros para escayola (sólo versiones cuadradas, ZGS260 PLA), en techos de 15 a 26 mm. Para montaje empotrado en techos de escayola se podrán utilizar los marcos embellecedores (página 170) suspendiendo éstos directamente del techo.
Otras Opciones Disponibles	Versiones con emergencia bajo pedido





D6 (Óptica OLC, aluminio semibrillo)					EOC	EUROS
TBS260	2xTL5-28W/840	HF-S II	D6		69849600	117,00
TBS260	2xTL5-28W/840	HFR	D6		69948600	151,00
TBS260	3xTL5-14W/840	HF-S II	D6		69859500	113,00
TBS260	4xTL5-14W/840	HF-S II	D6		69875500	135,00
TBS260	4xTL5-14W/840	HFR	D6		69954700	207,00
TBS260	3xTL5-24W/840	HF-S II	D6		57437100	122,00
TBS260	4xTL5-24W/840	HF-S II	D6		57171400	145,00
TBS260	2xTL5-54W/840	HF-S II	D6		69852600	122,00

Fuente: Catálogo de iluminación Philips (2014). p.180.

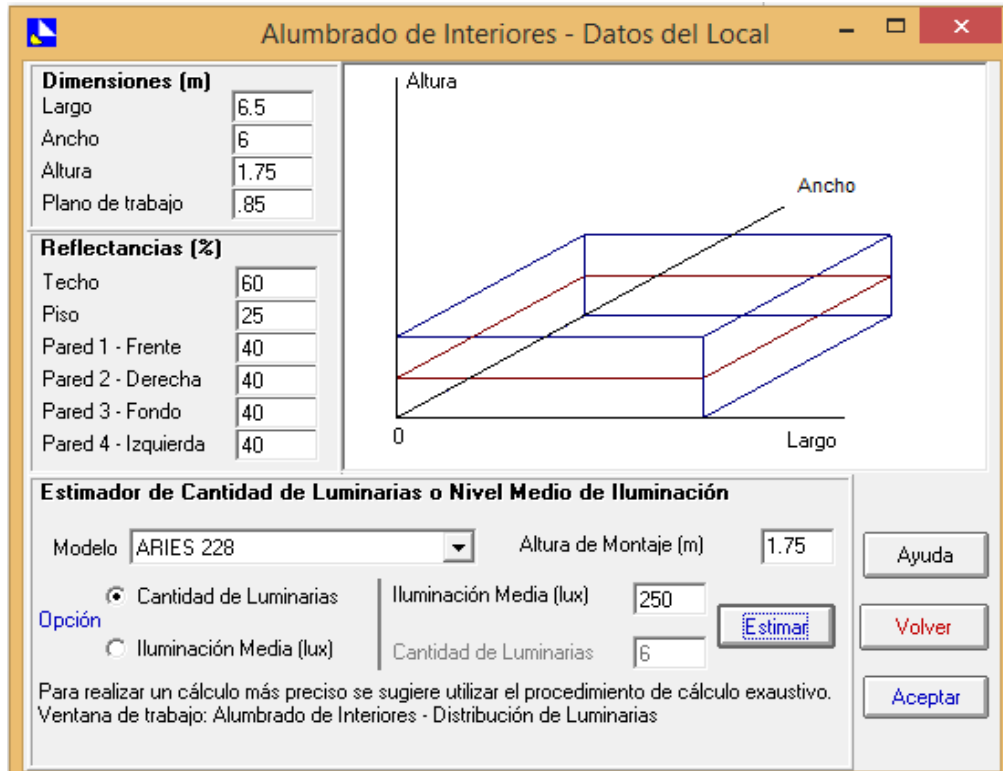


**Figura 14.** Curvas polares de Intensidad luminosa para luminarias Contabilidad.

**Fuente:** Philips EFix TBS260 (2015).

Observando la Fig.14 se aprecia que las luminarias seleccionadas generan una intensidad luminosa muy similar a la del diseño, por lo que es adecuada para el diseño deseado.

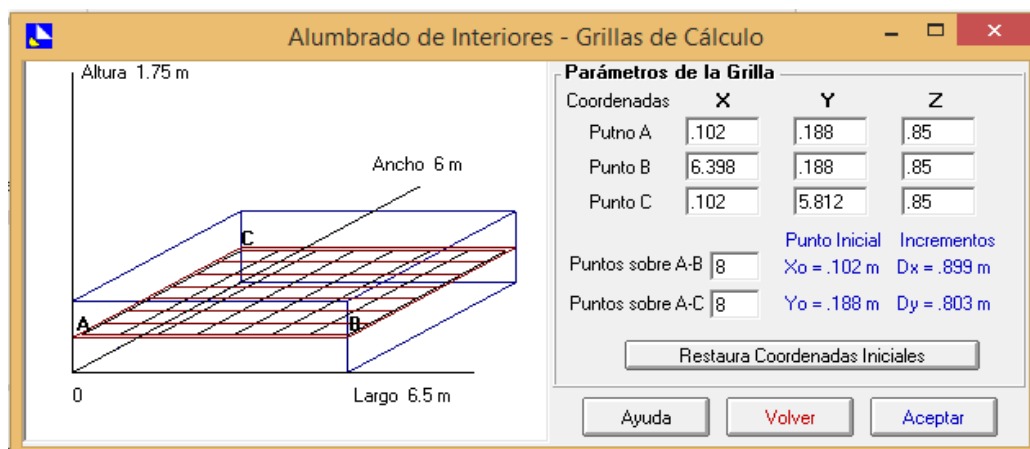
Posteriormente en el programa se configuran los parámetros de diseño, correspondientes a las dimensiones del local, los coeficientes de reflectancia y el factor de mantenimiento, como se muestra en la Fig.15:



**Figura 15.** Dimensiones, reflectancias e iluminación media en software de diseño.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

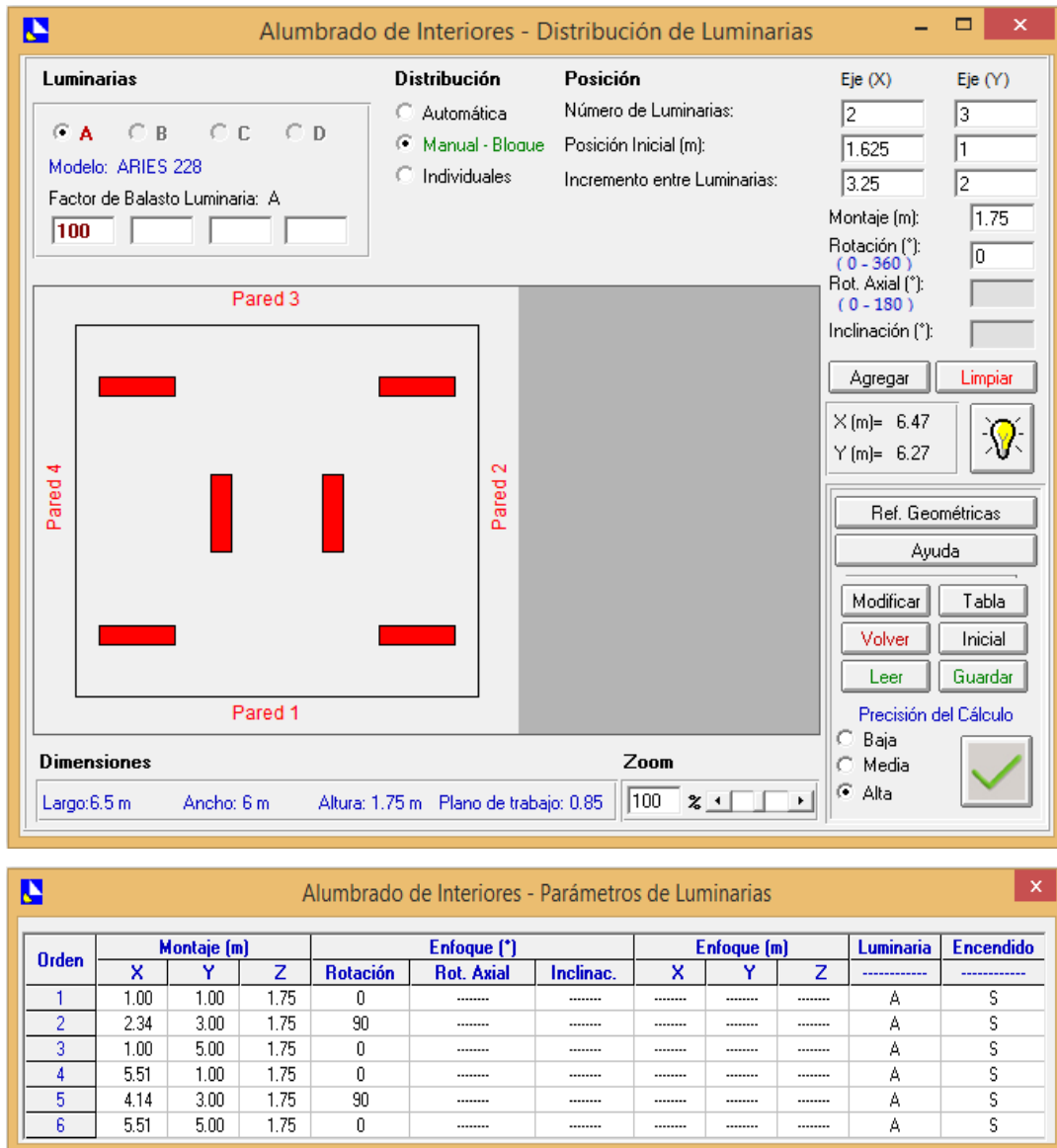
Anteriormente, en el capítulo II se consideraron 16 puntos de muestreo para la sección Contabilidad, sin embargo se puede medir en más puntos para una mejor apreciación, lo cual se puede conseguir con la ayuda del software de diseño de la iluminación (64 puntos), como se muestra en la Fig.16:



**Figura 16.** Puntos de muestreo para el área de Contabilidad.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Para el presente caso se escoge trabajar con 6 luminarias tomando en cuenta una iluminación media de diseño de 250 lux, que es similar a la mínima establecida de 300 lux, con lo cual la distribución adecuada es la que se muestra en la Fig.17:

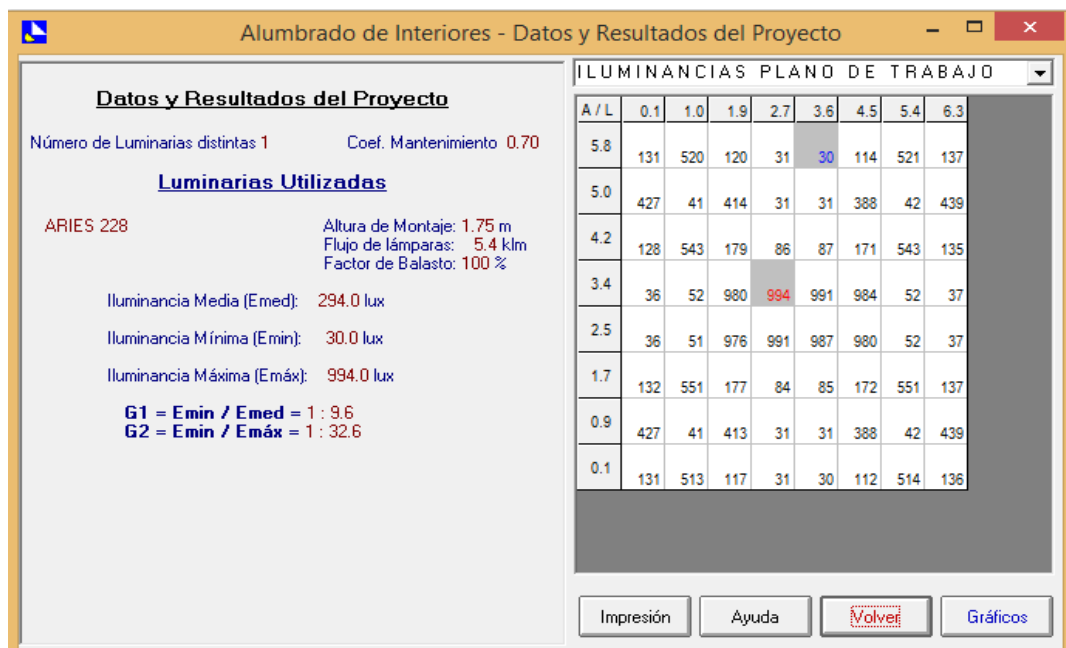


**Figura 17.** Distribución de las luminarias en el área de trabajo.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Para la distribución mostrada en la Fig.17, se aclara que la pared 1 corresponde a la parte frontal de la instalación, correspondiendo la pared 2 la que une a la sección de Contabilidad con la Gerencia.

Para culminar el diseño es preciso identificar las condiciones de uniformidad del nivel de la iluminación dentro del local, para lo cual se utiliza el software, el mismo que permite conocer los valores de iluminancia en cada punto de muestreo tanto para el plano de trabajo como para el piso, el techo y las paredes. Considerando que es de interés la iluminación del plano de trabajo, a continuación se muestra la distribución de los niveles de iluminancia para el plano de trabajo ubicado 0,85 m. de altura en el área administrativa sección Contabilidad:



**Figura 18.** Distribución de iluminancia en lux 64 puntos de muestreo del local.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Observando la Fig.18 se aprecia que los niveles de iluminación son satisfactorios en 24 de los 64 puntos de muestreo, cuya iluminancia está sobre los 300 lux recomendados. Aparentemente, lo deseable sería que todos los puntos excedan ese valor, no obstante, el aumento del número de luminarias incrementaría el egreso económico requerido, a la vez que ocasionaría que en determinados puntos se disponga de iluminación excesiva (mayor a 1000 lux), lo que daría lugar a deslumbramientos. Por esta razón, es necesario minimizar los costos de la implementación de las luminarias. En ese sentido se puede establecer que la distribución propuesta es satisfactoria.

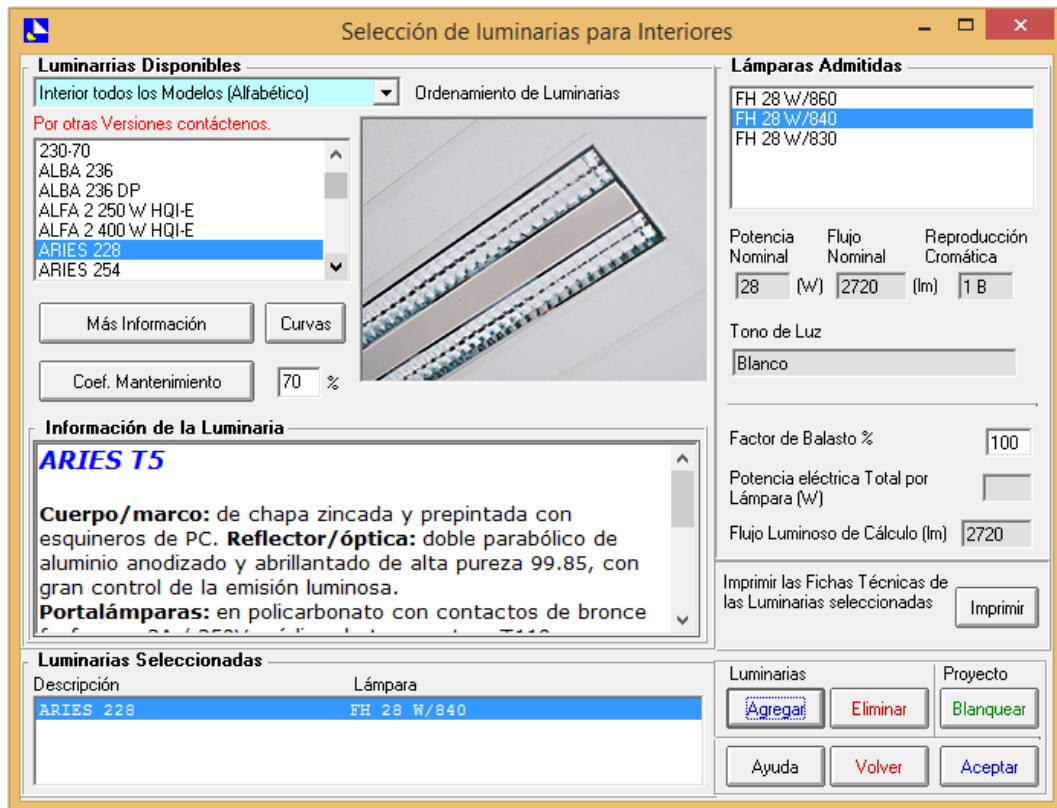
## Área Administrativa sección Gerencia

**Tabla 14.** Datos para el diseño de las luminarias en la sección Gerencia.

ÁREA DE TRABAJO		Administrativa sección Gerencia
Tipo de iluminación	Artificial general	
<b>Dimensiones</b>		
Largo	5	
Ancho	2,5	
Altura de montaje	1,75	
Altura del puesto de trabajo	0,85	
<b>Parámetros de diseño</b>		
Índice del local	0,9524 → 1	
Coeficiente de reflexión (Anexo D)	Techo: 0,60	
	Paredes: 0,40	
	Piso: 0,25	
Factor de utilización $\eta$ (Anexo E)	0,72	
Factor de mantenimiento $f_m$ (Anexo F)	Abierta moderada: 0,70	
Iluminancia media requerida E (lx)	450	
Flujo luminoso $\Phi$ (lm)	11160,71	
Luminarias denominación	Aries 228 FH 28W/840 Philips EFix empotrable TBS260 2xTL5-28W HFR D6	
Flujo luminoso de cada luminaria $\Phi_L$ (lm)	1360	
Número de luminarias por empaquetadura $n$	2	
Número de luminarias N	4,10 → 6	
Número de empaquetadura $n_e$	2,05 → 3	
<b>Distribución de luminarias</b>		
Largo	3	
Ancho	1	

Elaborado por: César Villafuerte

Detalle luminarias:



**Figura 19.** Especificaciones de luminaria seleccionada en software de diseño.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).



**Figura 20.** Curvas polares de Intensidad luminosa para las luminarias Gerencia.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Las luminarias seleccionadas en el software tienen la denominación de Aries 228 FH 28W/840, que son de tipo fluorescente y se emplean para iluminación interior.


Pero en el mercado ecuatoriano no están disponibles, por lo que es necesario utilizar luminarias que si se comercialicen en el país. Tomando en cuenta las especificaciones de las mencionadas luminarias, así como la curva de intensidad luminosa (Fig.20), se selecciona un modelo que tenga la mayor similitud posible con la del diseño, siendo las de mayor semejanza por sus características las siguientes:

















**Philips EFix empotrable TBS260 2xTL5-28W HFR D6**

Las especificaciones de las mencionadas luminarias para la sección Gerencia se muestran en el Anexo G y a continuación en la Tabla 15:

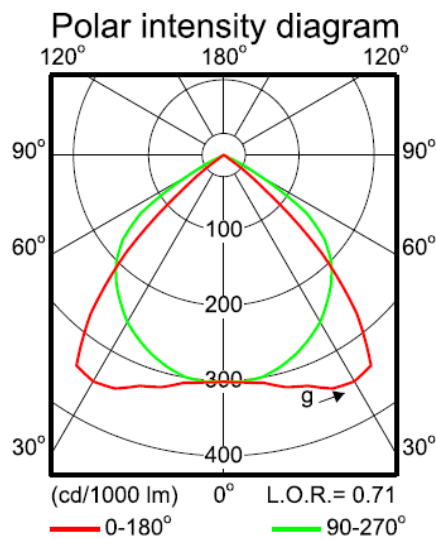
**Tabla 15.** Especificaciones de las luminarias seleccionadas para Gerencia.

INTERIOR   LUMINARIAS EMPOTRABLES	
<h1>EFix empotrable</h1> <p>Luminaria empotrable de fluorescencia lineal TL5.</p>	
Versiones	Todas las versiones llevan placas intermedias lisas
Materiales	Carcasa de chapa de acero prelacado en blanco
Fuente de luz	2 lámparas 28W, 3 y 4 lámparas 14/24W
Equipos	Disponibles versiones HF-S II (HF Selectalume II), HFR y HFD (Dali) y LX (Luxense)
Ópticas	C6, D6, M6, M2 y P
Instalación	Conector con acceso externo y posibilidad de conexión interno (igual que la TBS160)
Accesorios	Dos tipos de anclaje, uno para techos de perfil oculto simétrico (ZGS260 MB anclajes universales) y otros para escayola (sólo versiones cuadradas, ZGS260 PLA), en techos de 15 a 26 mm. Para montaje empotrado en techos de escayola se podrán utilizar los marcos embellecedores (página 170) suspendiendo éstos directamente del techo.
Otras Opciones Disponibles	Versiones con emergencia bajo pedido



D6 (Óptica OLC, aluminio semibrillo)					EOC	EUROS
TBS260	2xTL5-28W/840	HF-S II	D6	 	69849600	117,00
TBS260	2xTL5-28W/840	HFR	D6	 	69948600	151,00
TBS260	3xTL5-14W/840	HF-S II	D6	 	69859500	113,00
TBS260	4xTL5-14W/840	HF-S II	D6	 	69875500	135,00
TBS260	4xTL5-14W/840	HFR	D6	 	69954700	207,00
TBS260	3xTL5-24W/840	HF-S II	D6	 	57437100	122,00
TBS260	4xTL5-24W/840	HF-S II	D6	 	57171400	145,00
TBS260	2xTL5-54W/840	HF-S II	D6	 	69852600	122,00

**Fuente:** Catálogo de iluminación Philips (2014). p.180.



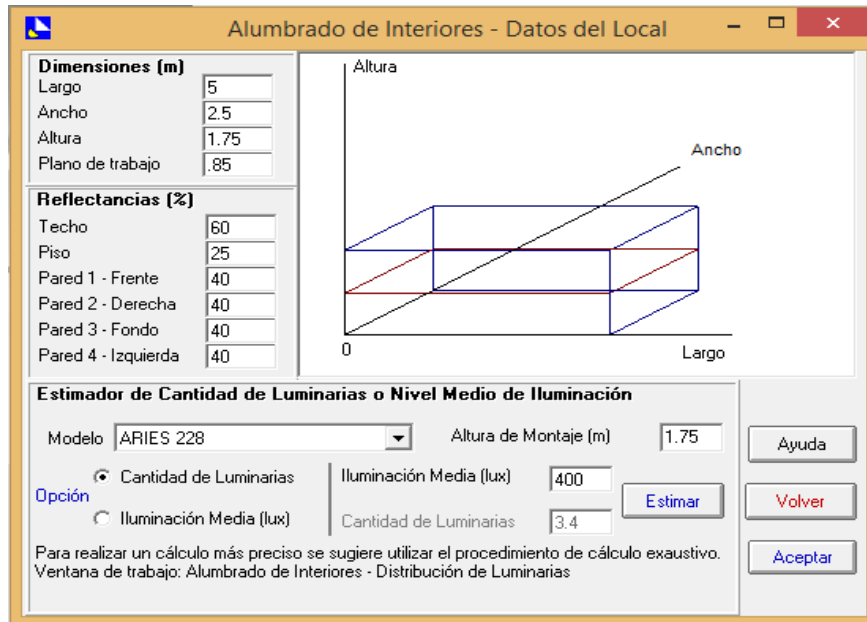
**Figura 21.** Curvas polares de Intensidad luminosa para las luminarias Gerencia.

**Fuente:** Philips EFix TBS260 (2015).

Observando la Fig.21 se aprecia que las luminarias seleccionadas generan una intensidad luminosa muy similar a la del diseño, por lo que es adecuada para el diseño deseado.

En el programa se configuran los parámetros de diseño, correspondientes a las dimensiones del local, los coeficientes de reflectancia y el factor de mantenimiento, como se muestra en la Fig. 22:

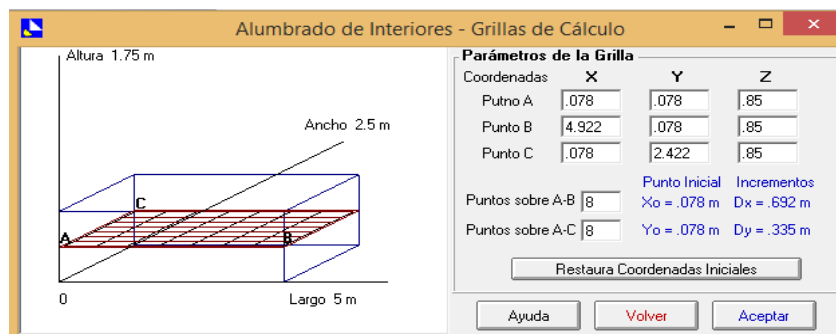




**Figura 22.** Dimensiones, reflectancias e iluminación media en el software de diseño.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

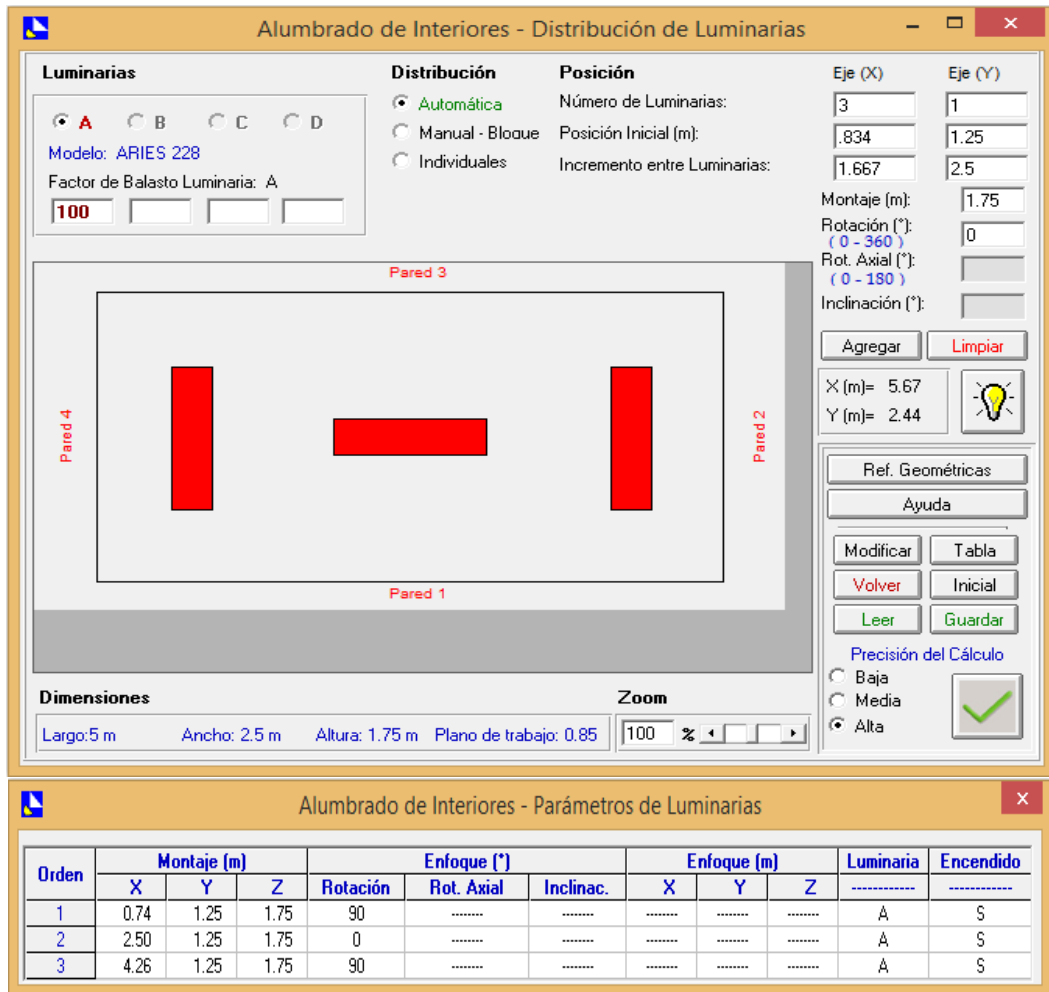
Anteriormente, se consideraron 9 puntos de muestreo para la sección Gerencia, no obstante con la ayuda del software de diseño de la iluminación se pueden estimar un número mayor (64 puntos), lo que permite contar con una mejor apreciación, como se muestra en la Fig. 23:



**Figura 23.** Puntos de muestreo para el área de Gerencia.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Para el presente caso se escoge trabajar con 3 luminarias tomando en cuenta una iluminación media de 400 lux, que es superior a la mínima establecida de 300 lux, con lo cual la distribución adecuada es de 1 filas (ancho) y 3 columnas (largo), como la Fig.24:

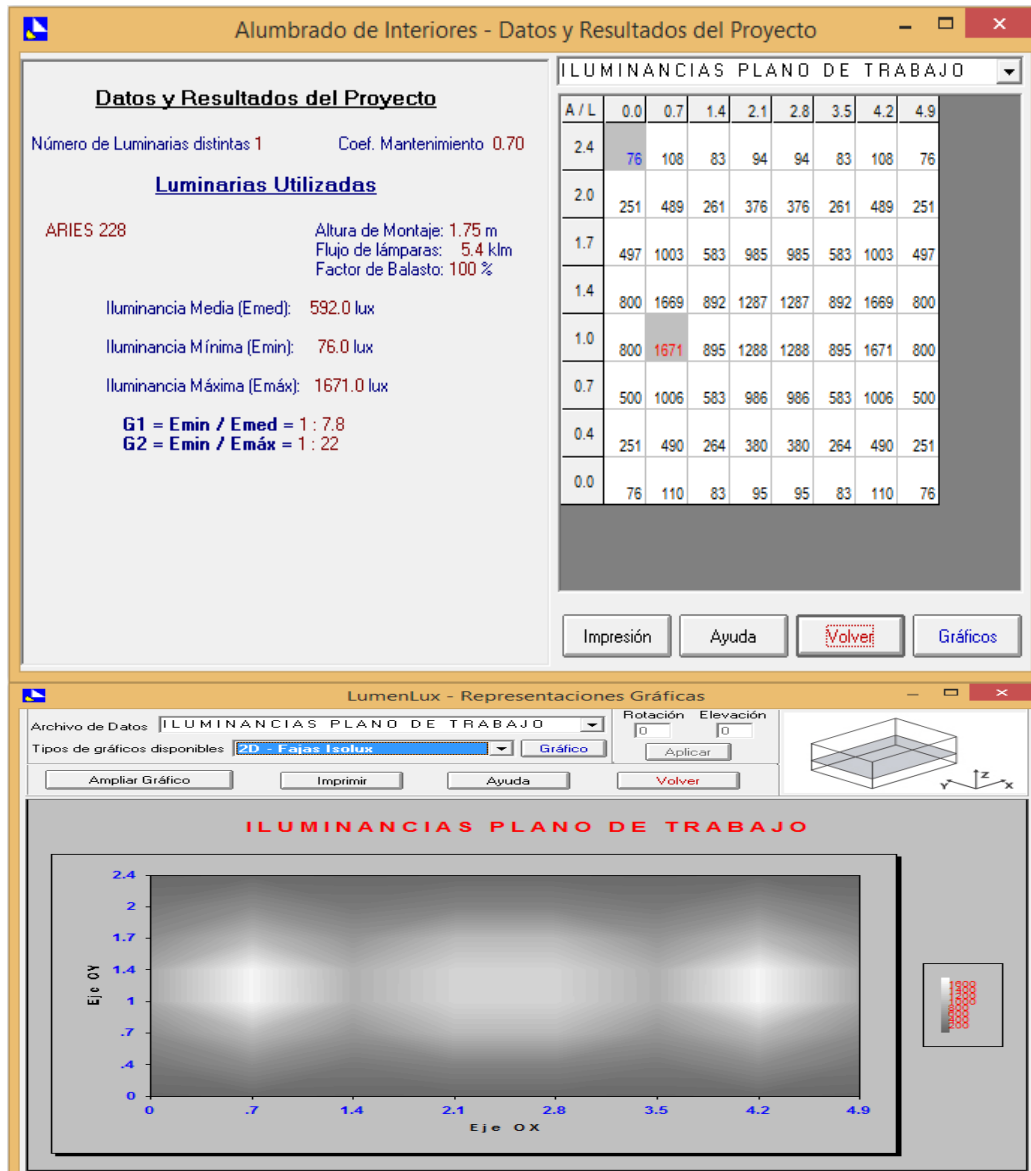


**Figura 24.** Distribución de las luminarias en el área de trabajo.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Para la distribución mostrada en la Fig. 24, se aclara que la pared 2 corresponde a la parte frontal de la instalación, correspondiendo la pared 1 la que une a la sección de Gerencia con la Contabilidad.

Para culminar el diseño es preciso identificar las condiciones de uniformidad del nivel de la iluminación dentro del local, para lo cual se utiliza el software, el mismo que permite conocer los valores de iluminancia en cada punto de muestreo tanto para el plano de trabajo como para el piso, el techo y las paredes. Considerando que es de interés la iluminación del plano de trabajo, a continuación se muestra la distribución de los niveles de iluminancia para el plano de trabajo ubicado 0,85 m. de altura en el área administrativa sección Gerencia:



**Figura 25.** Distribución de iluminancia en 64 puntos de muestreo del local.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Observando la Fig.25 se aprecia que los niveles de iluminación son satisfactorios en 40 de los 64 puntos de muestreo, exceptuando 24 puntos cuya iluminancia está bajo los 300 lux recomendados, que corresponden a las esquinas del local, sin embargo es necesario minimizar los costos de la implementación de las luminarias, siendo que el aumento de luminarias incrementaría el egreso económico, a la vez que haría que en determinados puntos se disponga de iluminación excesiva (mayor a 1700 lux), algo que en este caso no sucede. Además se muestra la distribución de las fajas Isolux, que evidencia las zonas de mayor concentración de la luz.

## Área de Ventas

**Tabla 16.** Datos para el diseño de las luminarias en el área de Ventas.

ÁREA DE TRABAJO		Ventas
<b>Tipo de iluminación</b>	Artificial general	
<b>Dimensiones</b>		
<b>Largo</b>	10	
<b>Ancho</b>	5	
<b>Altura de montaje</b>	1,75	
<b>Altura del puesto de trabajo</b>	0,85	
<b>Parámetros de diseño</b>		
<b>Índice del local</b>	1,9048 → 2	
<b>Coefficiente de reflexión (Anexo D)</b>	Techo: 0,60	
	Paredes: 0,40	
	Piso: 0,50	
<b>Factor de utilización <math>\eta</math> (Anexo E)</b>	0,67	
<b>Factor de mantenimiento <math>f_m</math> (Anexo F)</b>	Abierta moderada: 0,70	
<b>Iluminancia media requerida E (lx)</b>	380	
<b>Flujo luminoso <math>\Phi</math> (lm)</b>	40511,73	
<b>Luminarias denominación</b>	<b>Confort 236 PS/90 L36/20</b> <b>Philips Centura 2</b> <b>TCS 160 2xTL-D36W HF-EL</b>	
<b>Flujo luminoso de cada luminaria <math>\Phi_L</math> (lm)</b>	1425	
<b>Número de luminarias por empaquetadura <math>n</math></b>	2	
<b>Número de luminarias N</b>	14,21 → 16	
<b>Número de empaquetadura <math>n_e</math></b>	7,11 → 8	
<b>Distribución de luminarias</b>		
<b>Largo</b>	4	
<b>Ancho</b>	2	

Elaborado por: César Villafuerte

Detalle luminarias:

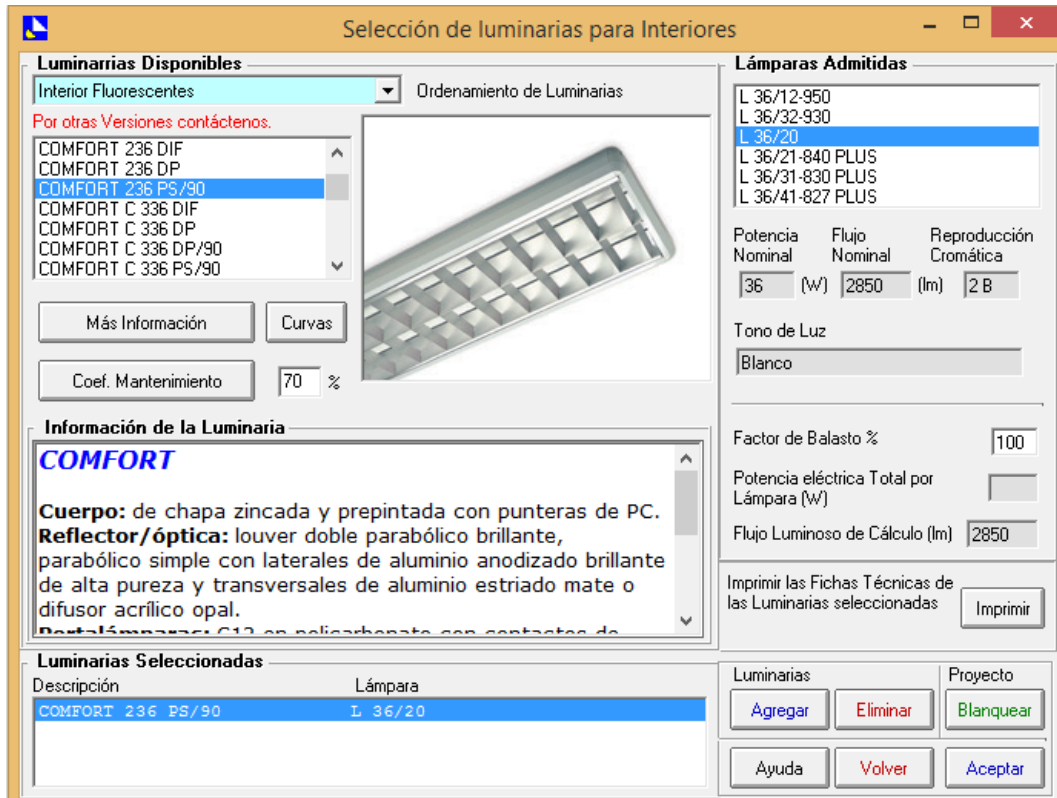


Figura 26. Especificaciones de luminaria seleccionada en software de diseño.

Fuente: Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

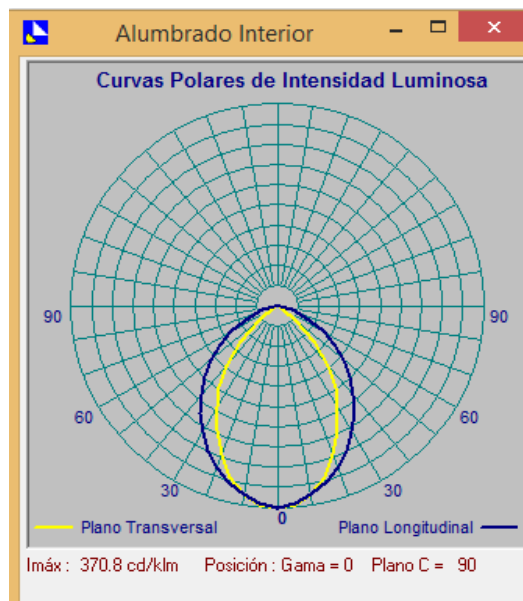


Figura 27. Curvas polares de Intensidad luminosa para las luminarias Ventas.

Fuente: Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Las luminarias seleccionadas en el software tienen la denominación de Confort 236 PS/90 L36/20, que son de tipo fluorescente y se emplean para iluminación interior.

Pero en el mercado ecuatoriano no están disponibles, por lo que es necesario utilizar luminarias que si se comercialicen en el país.

Al tomar en cuenta las especificaciones de las mencionadas luminarias, así como la curva de intensidad luminosa (Fig.27), se selecciona un modelo que tenga la mayor similitud posible con la del diseño, siendo las de mayor semejanza por sus características las siguientes:

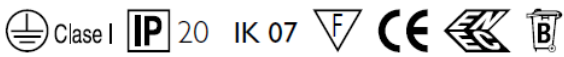
**Philips Centura 2 TCS 160 2xTL-D36W HF-E L**

Las especificaciones de las mencionadas luminarias para el área de ventas se muestran en el Anexo H y a continuación en la Tabla 17:

**Tabla 17.** Especificaciones de las luminarias seleccionadas para Ventas.

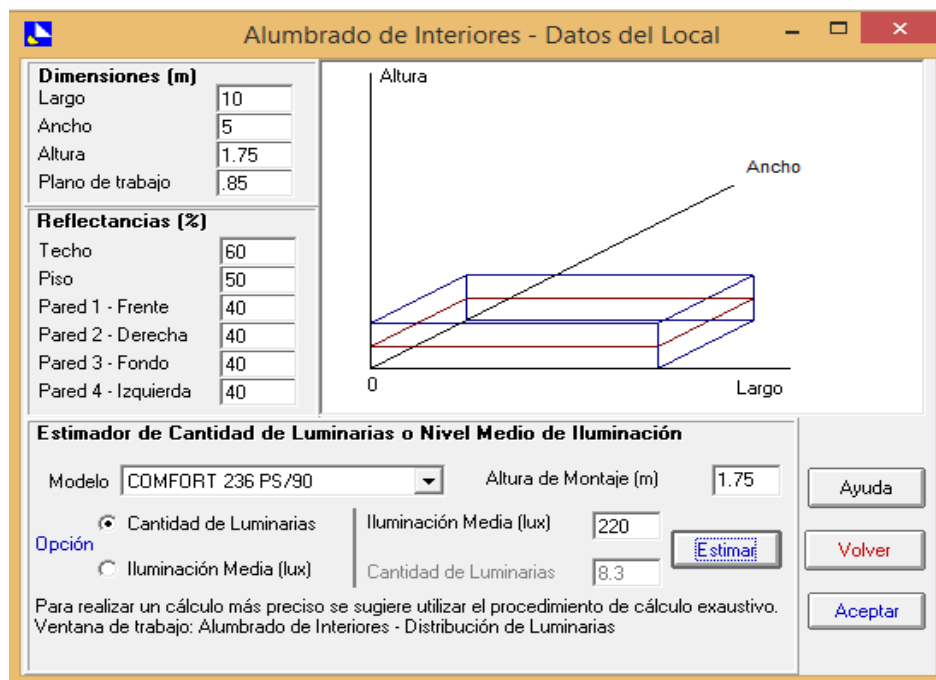
<span style="font-size: 2em; color: #4F81BD;">Centura 2</span> <span style="background-color: #4F81BD; color: white; padding: 2px 5px; font-weight: bold; margin-left: 10px;">TRADE</span>	
Luminaria adosable de fluorescencia lineal TL-D.	
Materiales	Carcasa de chapa de acero prelacado en blanco; las tapas finales en PC/ABS
Fuente de luz	1 <span style="border: 1px solid red; padding: 0 2px;">2</span> ó 4 Lámparas TLD
Equipos	Versiones HF-Essential (Precaldeo no recomendado para encendidos múltiples, p. ej. detector de presencia) y versiones HF-S II (HF Selectalume II)
Ópticas	L, C3 y AS.
Instalación	Individual
Otras	Clase II disponible bajo pedido.
Opciones	Disponible HFR bajo pedido
Disponibles	



Centura 2					
					
L (Óptica de aluminio, lamas blancas)				EOC	EUROS
TCSI60	4XTL-D18W	HF-E	L	04310200	101,00
TCSI60	1XTL-D36W	HF-E	L	04306500	61,00
TCSI60	2xTL-D36W	HF-E	L	04307200	66,00
TCSI60	2xTL-D36W	HF-S II	L	13849700	99,00
TCSI60	1xTL-D58W	HF-E	L	04308900	68,00
TCSI60	2xTL-D58W	HF-E	L	04309600	75,00

**Fuente:** Catálogo de iluminación Philips (2014). p.199.

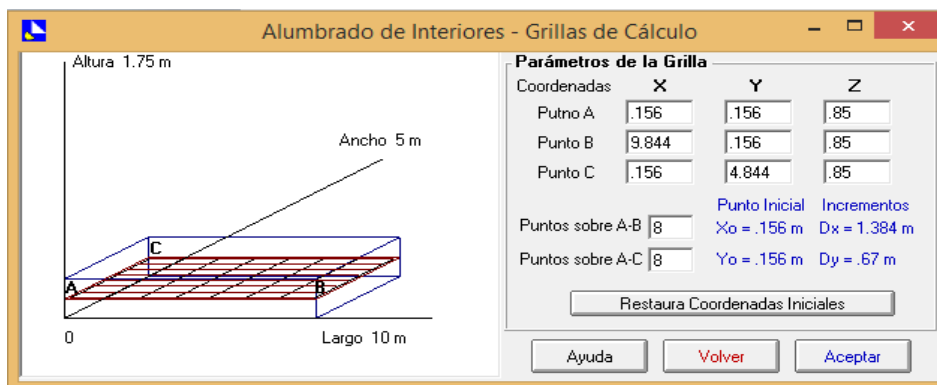
En el programa se configuran los parámetros de diseño, correspondientes a las dimensiones del local, los coeficientes de reflectancia y el factor de mantenimiento, como se muestra en la Fig. 28:



**Figura 28.** Dimensiones, reflectancias e iluminación media en software de diseño.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

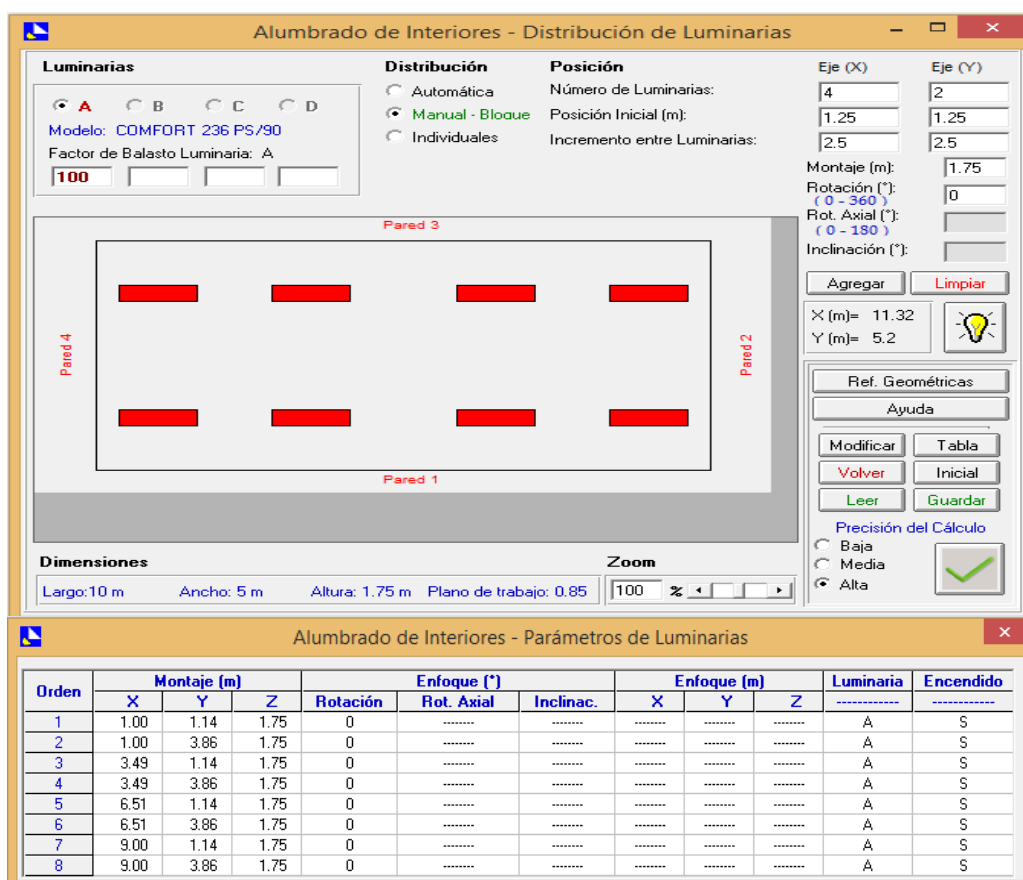
Anteriormente, en el capítulo II se consideraron 16 puntos de muestreo para el área de Ventas, sin embargo se puede medir en más puntos para una mejor apreciación, lo cual se puede conseguir con la ayuda del software de diseño de la iluminación (64 puntos), como se muestra en la Fig. 29:



**Figura 29.** Puntos de muestreo para el área de Ventas.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Para el presente caso se escoge trabajar con 8 luminarias tomando en cuenta una iluminación media de 220 lux, superior a la mínima establecida de 200 lux, con lo cual la distribución es de 2 filas (ancho) y 4 columnas (largo), como la Fig. 30:

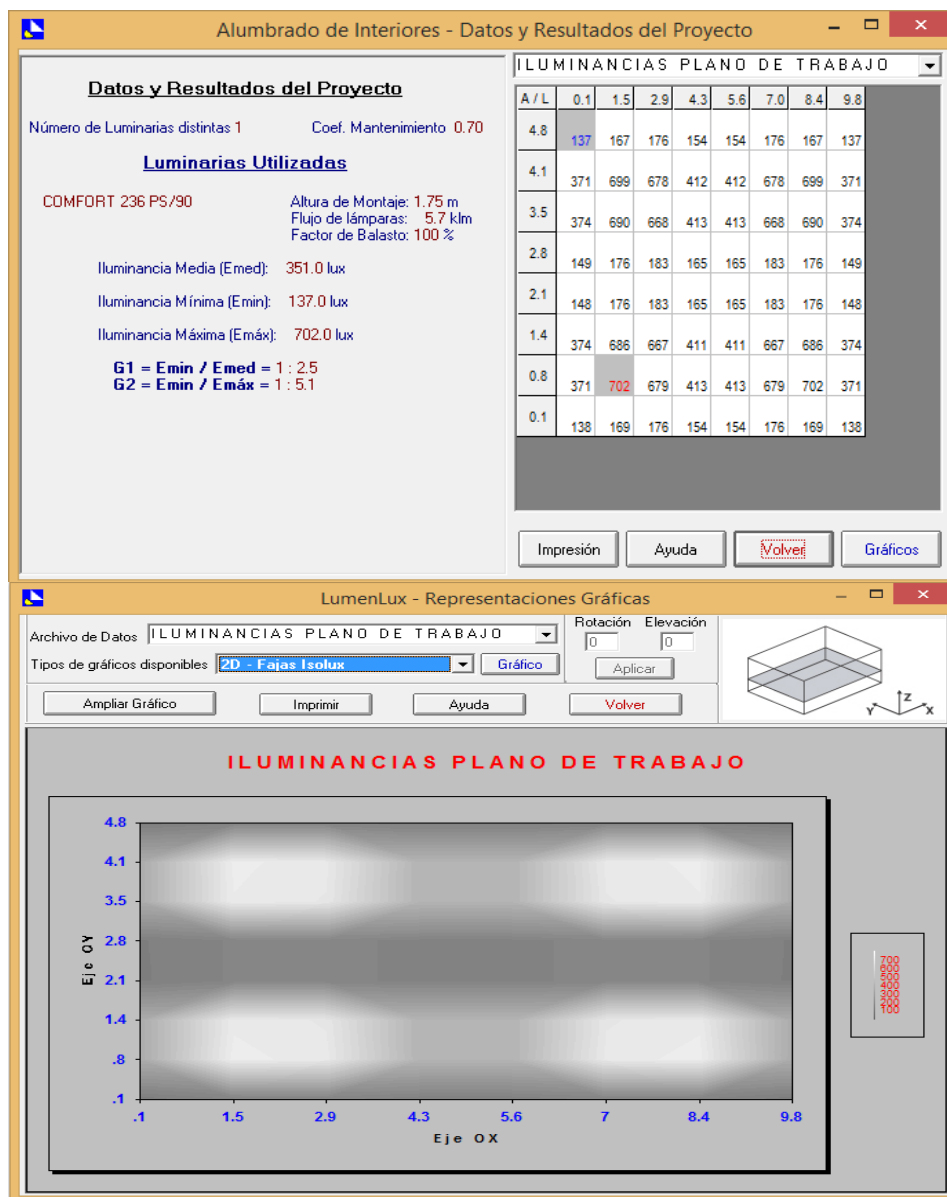


**Figura 30.** Distribución de las luminarias en el área de trabajo.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).



Para la distribución mostrada en la Fig.30, se aclara que la pared 1 corresponde a la parte frontal de la instalación, que se ubica en la primera planta de la empresa. Para culminar el diseño es preciso identificar las condiciones de uniformidad del nivel de la iluminación dentro del local, para lo cual se utiliza el software, el mismo que permite conocer los valores de iluminancia en cada punto de muestreo tanto para el plano de trabajo como para el piso, el techo y las paredes. A continuación se muestra la distribución de los niveles de iluminancia para el plano de trabajo ubicado 0,85 m. de altura en el área de Ventas:



**Figura 31.** Distribución de iluminancia en 64 puntos de muestreo del local.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Observando la Fig.31 se aprecia que los niveles de iluminación son satisfactorios en los 32 puntos de muestreo (mayores a 200 lux), en tanto que en los demás el valor es ligeramente menor, además se excede el nivel de 702 lux, evitando los deslumbramientos. Por lo que se puede aceptar la distribución propuesta.

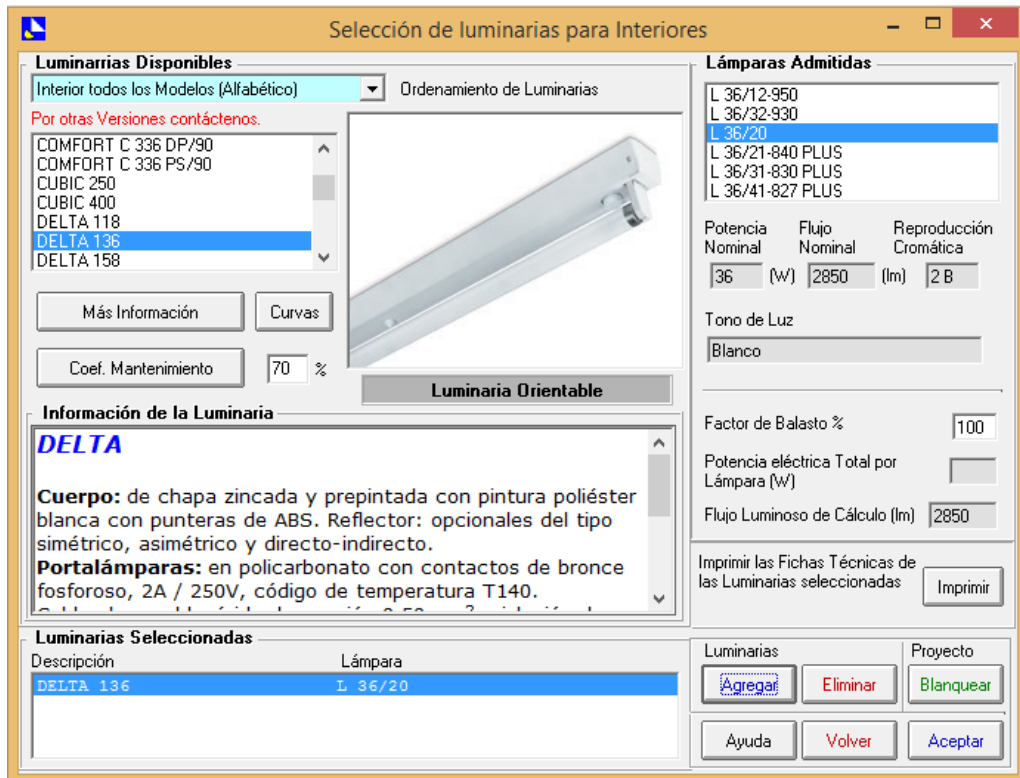
### Área de la Bodega del almacén de ventas

**Tabla 18.** Datos para el diseño de las luminarias en la Bodega del almacén.

ÁREA DE TRABAJO		Bodega del almacén de ventas
Tipo de iluminación	Artificial general	
<b>Dimensiones</b>		
Largo	10	
Ancho	4	
Altura de montaje	1,75	
Altura del puesto de trabajo	0,85	
<b>Parámetros de diseño</b>		
Índice del local	1,9048 → 2	
Coeficiente de reflexión (Anexo D)	Techo: 0,60	
	Paredes: 0,40	
	Piso: 0,25	
Factor de utilización $\eta$ (Anexo E)	0,67	
Factor de mantenimiento $f_m$ (Anexo F)	Abierta moderada: 0,70	
Iluminancia media requerida E (lx)	240	
Flujo luminoso $\Phi$ (lm)	20469,08	
Luminarias denominación	<b>Delta 136 L36/20 Philips TMS022 1xTL-D36W HFP</b>	
Flujo luminoso de cada luminaria $\Phi_L$ (lm)	2850	
Número de luminarias por empaquetadura n	1	
Número de luminarias N	7,18 → 8	
Número de empaquetadura $n_e$	7,18 → 8	
<b>Distribución de luminarias</b>		
Largo	4	
Ancho	2	

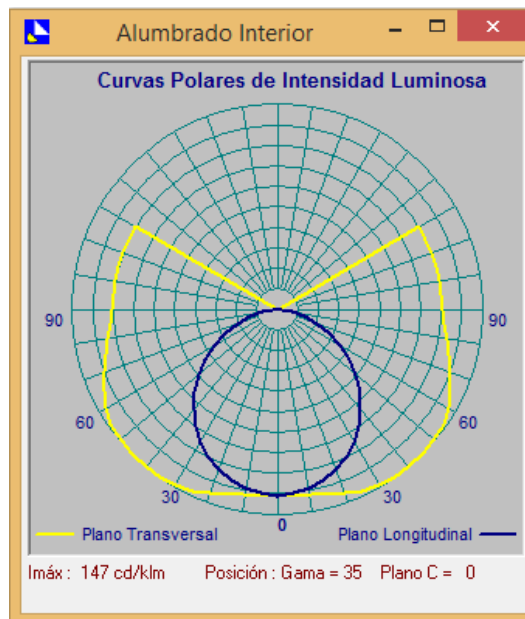
Elaborado por: César Villafuerte

Detalle luminarias:



**Figura 32.** Especificaciones de luminaria seleccionada en software de diseño.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).



**Figura 33.** Curvas polares de Intensidad luminosa para las luminarias Bodega.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Las luminarias seleccionadas en el software tienen la denominación de Delta 136 L36/20, que son regletas de tipo fluorescente y se emplean para iluminación interior de almacenes y depósitos.


Pero en el mercado ecuatoriano no están disponibles, por lo que es necesario utilizar luminarias que si se comercialicen en el país. Tomando en cuenta las especificaciones de las mencionadas luminarias, así como la curva de intensidad luminosa (Fig. 33), se selecciona un modelo que tenga la mayor similitud posible con la del diseño, siendo las de mayor semejanza por sus características las siguientes:

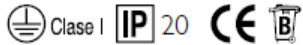
### Philips TMS022 1xTL-D36W HFP

Las especificaciones de las mencionadas luminarias para la sección de la bodega del almacén se muestran en el Anexo I y a continuación en la Tabla 19:

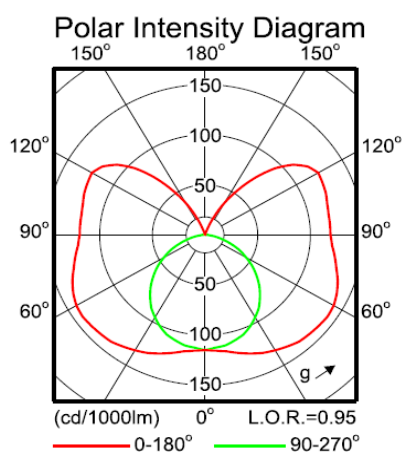
**Tabla 19.** Especificaciones de las luminarias seleccionadas para Bodega.

TMS022 <span style="background-color: #00AEEF; color: white; padding: 2px 5px;">TRADE</span>	
Regleta de fluorescencia lineal TL-D para montaje adosado y posibilidad de reflector simétrico o asimétrico.	
Materiales	Chapa de acero robusta
Color	Blanco
Fuente de luz	TLD 18W, 36W y 58W
Equipos	Versiones HF (Precaldeo no recomendado para encendidos múltiples, p. ej. detector de presencia), versiones HFP y con regulación HFR
Instalación	Agujeros para fijar al techo mediante tornillos, el cierre se retira y se fija a la carcasa sin tornillos
Accesorios	Reflector simétrico para una y dos lámparas y asimétrico para una lámpara, ambos en blanco
Conexión	La conexión eléctrica puede ser realizada centralmente o por las tapas finales



<b>TMS022</b>						
						
Con equipo HF			U.P.	PALLET	EOC	EUROS
TMS022	1xTL-D18W	HF	12	480	04537399	30,00
TMS022	2xTL-D18W	HF	12	480	04538099	33,00
TMS022	1xTL-D36W	HF	12	360	04531199	32,00
TMS022	2xTL-D36W	HF	9	378	04532899	34,00
TMS022	1xTL-D58W	HF	9	270	04533599	34,00
TMS022	2xTL-D58W	HF	6	252	04534299	36,00
Con equipo HF-P			U.P.	PALLET	EOC	EUROS
TMS022	1xTL-D18W	HFP	12	720	11870399	40,00
TMS022	2xTL-D18W	HFP	12	600	04698199	44,00
TMS022	1xTL-D36W	HFP	12	360	13556499	41,00
TMS022	2xTL-D36W	HFP	9	432	13560199	45,00
TMS022	1xTL-D58W	HFP	9	378	13558899	43,00
TMS022	2xTL-D58W	HFP	6	288	13562599	47,00

**Fuente:** Catálogo de iluminación Philips (2014). p.265.

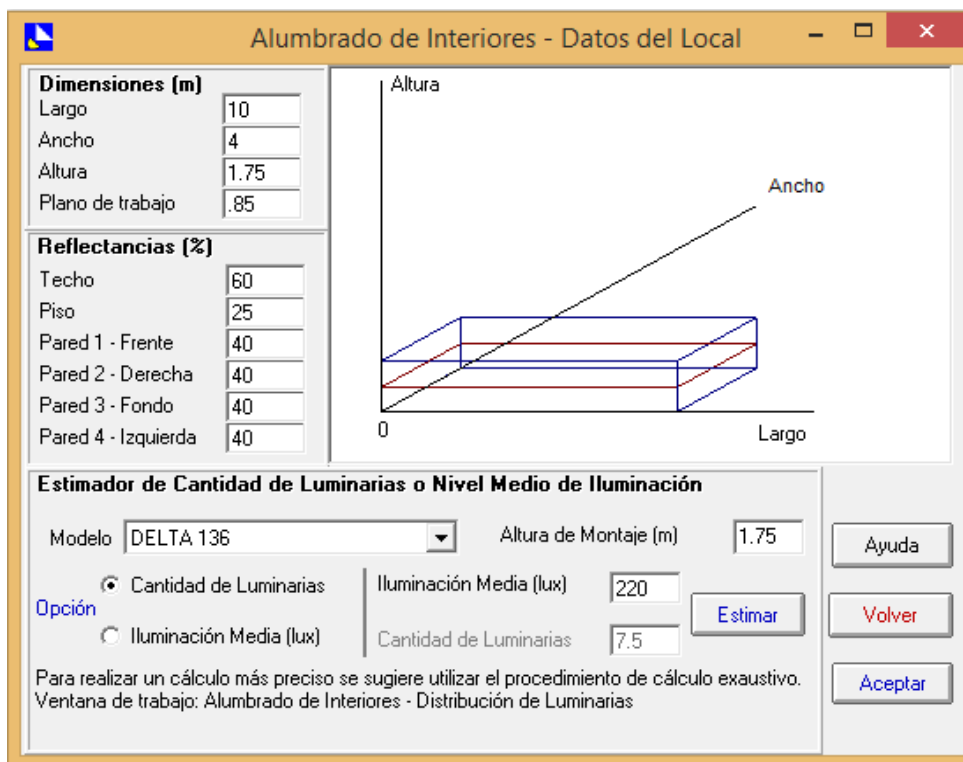


**Figura 34.** Curvas polares de Intensidad luminosa. Contabilidad.

**Fuente:** Philips EFix TBS260 (2015).

Observando la Fig. 34 se aprecia que las luminarias seleccionadas generan una intensidad luminosa muy similar a la del diseño, por lo que es adecuada para el diseño deseado.

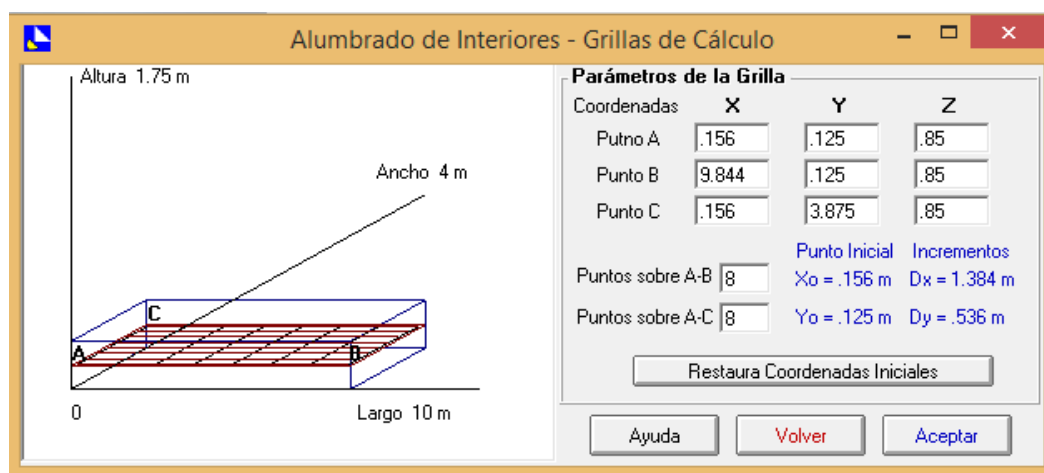
En el programa se configuran los parámetros de diseño, correspondientes a las dimensiones del local, los coeficientes de reflectancia y el factor de mantenimiento, como se muestra en la Fig. 35:



**Figura 35.** Dimensiones, reflectancias e iluminación media en software de diseño.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

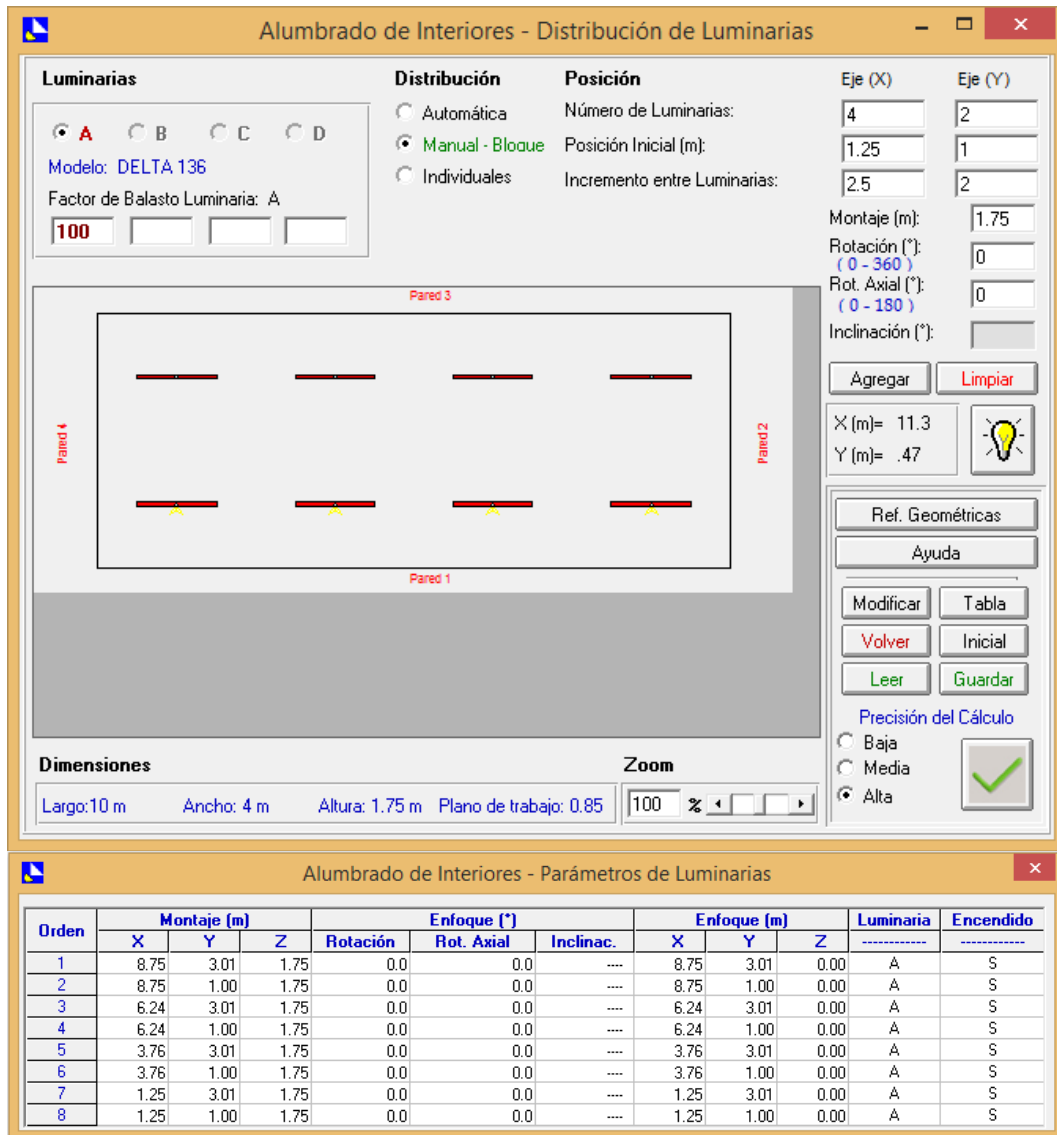
Anteriormente, en el capítulo II se consideraron 16 puntos de muestreo para el área de ventas, sin embargo se puede medir en más puntos para una mejor apreciación, lo cual se puede conseguir con la ayuda del software de diseño de la iluminación (64 puntos), como se muestra en la Fig. 36:



**Figura 36.** Puntos de muestreo para el área de la bodega del almacén de ventas.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Para el presente caso se escoge trabajar con 15 luminarias tomando en cuenta una iluminación media de 220 lux, que es superior a la mínima establecida de 100 lux, con lo cual la distribución adecuada es de 2 filas (ancho) y 4 columnas (largo), como la Fig. 37:

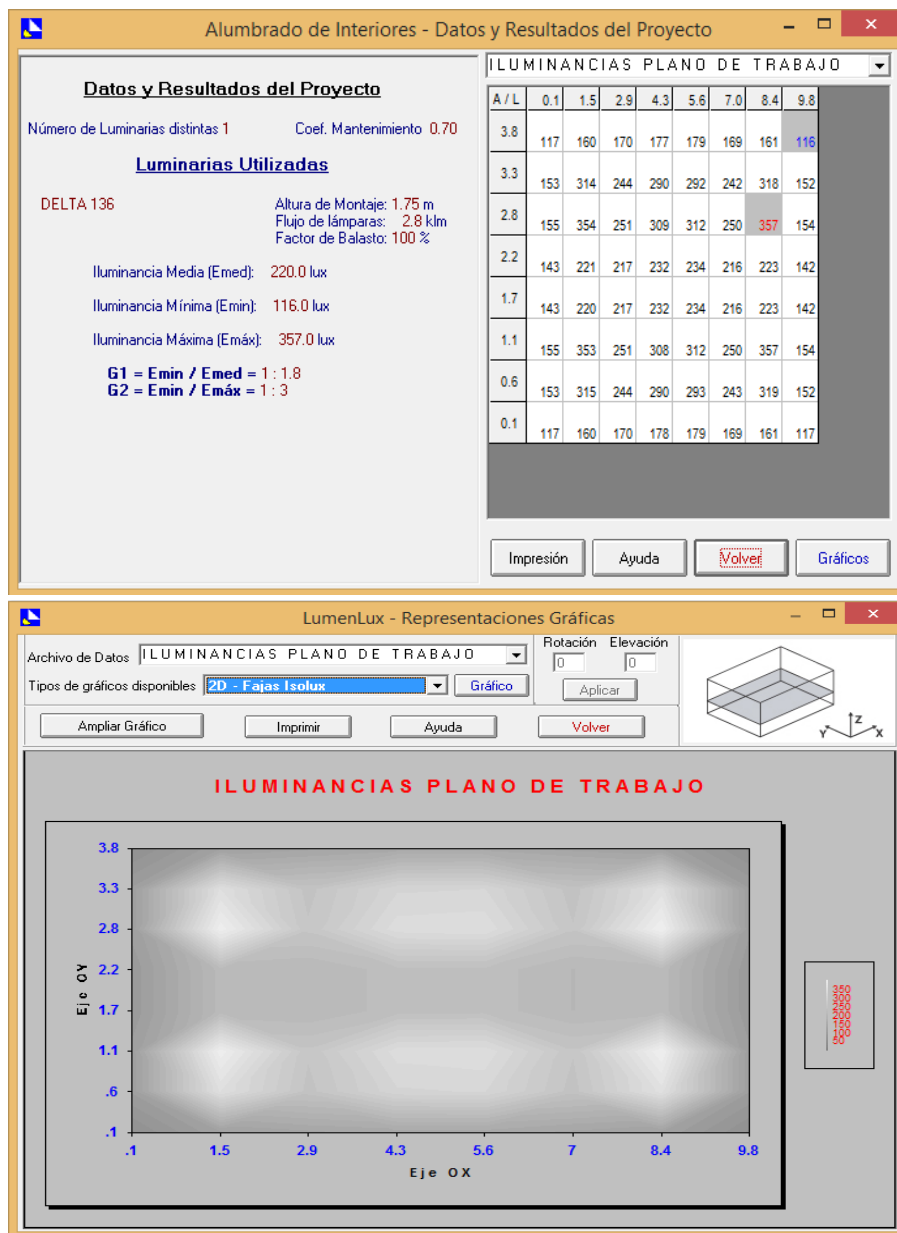


**Figura 37.** Distribución de las luminarias en el área de trabajo.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Para la distribución mostrada en la Fig.37, se aclara que la pared 1 corresponde a la parte frontal de la instalación, que se ubica en la primera planta de la empresa.

Para culminar el diseño es preciso identificar las condiciones de uniformidad del nivel de la iluminación dentro del local, para lo cual se utiliza el software, el mismo que permite conocer los valores de iluminancia en cada punto de muestreo tanto para el plano de trabajo como para el piso, el techo y las paredes. Considerando que es de interés la iluminación del plano de trabajo, a continuación se muestra la distribución de los niveles de iluminancia para el plano de trabajo ubicado 0,85 m. de altura en el área de la bodega del almacén de ventas:



**Figura 38.** Distribución de iluminancia en 64 puntos de muestreo del local.

**Fuente:** Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).



Observando la Fig. 38 se aprecia que los niveles de iluminación son satisfactorios en todos los 64 puntos de muestreo (mayores a 100 lux). Por lo que se puede aceptar la distribución propuesta. Además es importante destacar que la relación de iluminancia máxima a mínima es de 3, lo que garantiza una uniformidad del nivel de iluminación.

### **Color de la iluminación**

En el presente proyecto se propone utilizar luz blanca en razón de que ofrece las siguientes ventajas:

- No pierde intensidad de luz al aumentar las horas de trabajo, su luz se mantiene constante.
- No contienen sustancias como mercurio o gas, por lo que contaminan menos.
- Permite resaltar los detalles decorativos en una habitación o sala, principalmente de noche.
- Da más luminosidad empleando menos watt, lo que a la larga permite un bajo consumo de corriente eléctrica.

Estas ventajas se corresponden con el requerimiento existente en las áreas de contabilidad, gerencia, ventas y bodega de las instalaciones de la empresa Ferretería Promacero Matriz Pelileo.

### **Ahorro de energía en la iluminación**

En el presente caso se establece la utilización de lámparas fluorescentes, para todas las áreas de las instalaciones de Promacero matriz Pelileo. Esta decisión se la toma en razón de que presentan las siguientes ventajas, en comparación con las lámparas incandescentes:

- Ahorro en el consumo eléctrico. Las lámparas fluorescentes consumen aproximadamente un quinto de la energía eléctrica que requiere una lámpara incandescente para alcanzar el mismo nivel de iluminación. Esto se traduce en que consumen un 80% menos para igual eficacia en lúmenes por watt de consumo de energía eléctrica (lm-W).
- Asociado con lo anterior se tiene una recuperación de la inversión en 6 meses (manteniendo las lámparas encendidas un promedio de 6 horas diarias), por concepto de ahorro en el consumo energético y por incremento de horas de uso, sin necesitar reemplazarlas.
- Además, el tiempo de vida útil aproximado de las lámparas fluorescentes es entre 8000 y 10000 horas, en comparación con las 1000 horas que de las lámparas incandescentes. Es decir, la duración es casi diez veces mayor.

### Cronograma de actividades de la propuesta

El cronograma de actividades que se llevó a cabo para el diseño de la Iluminación Artificial en las áreas de trabajo de Promacero matriz Pelileo y la implementación correspondiente en el año 2017, es el que se muestra en la Tabla 20:

**Tabla 20.** Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta.

N°	Tiempo Estimado Actividades	ENERO				FEBRERO				MARZO			
		1s	2s	3s	4s	1s	2s	3s	4s	1s	2s	3s	4s
1	Evaluación del sistema de iluminación actual	■											
2	Diseño del sistema de iluminación: Iluminancia, índice del local, coeficiente de reflectancia.			■									
3	Diseño del sistema de iluminación: factor de utilización, factor de mantenimiento, flujo luminoso					■							
4	Diseño del sistema de iluminación: Número de luminarias y distribución de las luminarias.									■			

**Elaborado por:** César Villafuerte

Como se observa en la Tabla 20, las actividades desarrolladas entre enero y marzo de 2017, básicamente se concentran en la evaluación del sistema de iluminación actual, el diseño del sistema, la implementación en las instalaciones de gerencia, contabilidad, ventas y bodega de Promacero matriz Pelileo y la evaluación del resultado obtenido, este último consiste en la comprobación de que la iluminación esté acorde al diseño.

### Análisis de costos

La ejecución de la propuesta de rediseño de la iluminación conlleva un egreso económico, que básicamente está asociado con la adquisición de las luminarias y los accesorios correspondientes. A continuación se presenta en detalle el costo general del proyecto, en la Tabla 21:

**Tabla 21.** Costo de adquisición e instalación del nuevo sistema de iluminación.

DESCRIPCIÓN	ÁREA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
<b>Philips EFix empotrable TBS260 2xTL5-28W HFR D6</b>	Contabilidad	6	164,59	987,54
<b>Philips EFix empotrable TBS260 2xTL5-28W HFR D6</b>	Gerencia	3	164,59	493,77
<b>Philips Centura 2 TCS 160 2xTL-D36W HF-EL</b>	Ventas	8	71,94	575,52
<b>Philips TMS022 1xTL-D36W HFP</b>	Bodega del almacén	8	44,69	357,52
<b>Interruptores para cajetín</b>	Todas	6	2,5	15
<b>Cajetines plásticos rectos sobre puestos</b>	Todas	6	0,85	5,1
<b>Tornillos autorroscantes 8x1 1/4"</b>	Todas	100	0,05	5
<b>Tacos para tornillo #8</b>	Todas	100	0,03	3
<b>Cinta aislante (taipe)</b>	Todas	10	0,5	5
<b>Cable eléctrico gemelo #14AWG</b>	Todas	200 m.	0,8	160
<b>Canaletas plástica 20x10 mm</b>	Todas	50 m.	2,5	125
<b>Mano de obra instalación</b>	Todas	2 personas	100	200
<b>TOTAL</b>				<b>2932,45</b>

Elaborado por: César Villafuerte

Como se muestra en la Tabla 21 el costo total del proyecto es de 2932,45 dólares, el cual será financiado en su totalidad por la gerencia de la empresa Ferretería Promacero matriz Pelileo.

### **Beneficios de la propuesta**

La puesta en marcha de la propuesta pretende beneficiar a la empresa Ferretería Promacero matriz Pelileo en cuanto a las condiciones de trabajo, ya que se asegura el cumplimiento de los límites mínimos establecidos por la normativa y disposiciones legales en materia de seguridad y salud ocupacional en general y específicamente en cuanto a la iluminación. Esto permitirá que los trabajadores dispongan de un mejor confort visual.

Para mayor profundidad se debe indicar que se pretende que los trabajadores de las áreas de gerencia, contabilidad, ventas y bodega puedan incrementar su desempeño laboral, lo cual a su vez permitirá el crecimiento empresarial, ya que existirá mayor estabilidad laboral e inclusive se podrá proyectar un mayor volumen de ventas.

Es decir que los beneficiarios serán los trabajadores y la empresa en general.

Para mayor detalle del mejoramiento proyectado se presenta la siguiente tabla:

**Tabla 22.** Beneficio de la propuesta.

Área de Trabajo	Media de Iluminancia Recomendada (lux)	Media de Iluminancia (lux)	
	Decreto Ejecutivo 2393 (Anexo C)	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPUESTA
<b>Contabilidad</b>	300	29	294
<b>Gerencia</b>	300	35,5	592
<b>Ventas</b>	200	139,4	351
<b>Bodega del almacén</b>	100	53,9	220

**Elaborado por:** César Villafuerte

Como se identifica en la Tabla 22, la implementación de la propuesta permitirá elevar ostensiblemente el nivel de la iluminación, siendo que se alcanzarán los valores establecidos para asegurar un buen confort visual de acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393 y a la norma NOM-025-STPS-2008 (2003).

Otro de los beneficios del nuevo sistema de iluminación en la Ferretería Promacero Matriz Pelileo consiste en el mejoramiento de la salud visual de los trabajadores y en la elevación de su desempeño laboral.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- La evaluación realizada en las áreas de trabajo de la empresa “Ferretería Promacero” refleja que no se cumplen con los niveles de iluminación mínimos establecidos en el Decreto Ejecutivo 2393, cuyos valores son de 300, 300, 200 y 100 lux para las áreas de contabilidad, gerencia, ventas y bodega del almacén, respectivamente. Mientras que en las instalaciones de la Ferretería Promacero Matriz Pelileo los valores promedios de la medición se encuentran en 29, 35, 139 y 54 lux, respectivamente. Esto atenta contra la salud visual de los trabajadores de la empresa, sobretodo en el horario de 16h00 a 20h00.
- En el rediseño correspondiente se establecen 294, 592, 351 y 220 lux, para las áreas de contabilidad, gerencia, ventas y bodega del almacén, respectivamente; lo que permitirá disponer de un margen elevado para asegurar que en ningún caso se incumpla las recomendaciones.
- Se consideraron valores del coeficiente de reflectancia de 0,60 para los techos; 0,40 para las paredes y 0,25 para los pisos. En el caso del factor de utilización, se consideró de 0,72 y 0,67. Mientras que el coeficiente de mantenimiento de 0,70 para todas las áreas. Todos estos dependen de las condiciones del lugar de trabajo.

- Los valores de diseño del flujo luminoso son de 29104 lúmenes para el área de contabilidad, gerencia 11161 lm, ventas 40512 lm y bodega 20469 lm, distribuidos de manera uniforme en cada instalación. El número de luminarias es de 24 para el área de contabilidad, 12 para gerencia, 30 en ventas y 8 en bodega. En tanto que el número de empaquetaduras es la mitad, excepto en bodega en donde el número de empaquetaduras también es de 8. La distribución de las luminarias se efectuó mediante la utilización del software de diseño de iluminación LumenLUX, con el objeto de conseguir uniformidad en cada uno de los puntos de la instalación. Dicha distribución de luminarias por largo y ancho es la siguiente: 4 x 3 en contabilidad, 3 x 2 en gerencia, 5 x 3 en ventas y 4 x 2 en bodega.

### **Recomendaciones**

- Estandarizar los niveles de iluminación requeridos en las áreas de contabilidad, gerencia, ventas y bodega, con base en los valores establecidos por el rediseño efectuado y en concordancia con las disposiciones legales y normativas a nivel nacional e internacional.
- Revisar permanentemente las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, para lo cual se deberá realizar una medición en los puntos de muestreo establecidos en el presente trabajo.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo del nuevo sistema de iluminación con el objeto de asegurar el buen estado de funcionamiento.
- Evaluar permanentemente el estado de confort visual de los trabajadores para valorar la mejora de las condiciones de trabajo y determinar si la distribución de las luminarias es beneficiosa. Se sugiere utilizar lámparas fluorescentes de luz blanca por ahorro energético.

## **Bibliografía**

**Chávez, C. 2009.** Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. [En línea] 2009. <http://www.ute.edu.ec/revistas/4/articulos/d2057429-e458-4dec-83a8-49fd9b6f575b.pdf>.

**Comisión Venezolana de Normas Industriales [COVENIN]. 1993.** COVENIN 2249 Iluminancias en tareas y áreas de trabajo. [En línea] 1993. [http://www.inpsasel.gob.ve/moo\\_doc/COVENIN\\_2249\\_1993.pdf](http://www.inpsasel.gob.ve/moo_doc/COVENIN_2249_1993.pdf).

**Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral de México. 1999.** Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. [En línea] 23 de Diciembre de 1999.

**Comunidad Andina de Naciones. 2005.** Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo . [En línea] 2005.

**Durán C., Claudio. 2005.** Iluminación v/s Rendimiento Laboral. [En línea] abril de 2005. <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=239>.

**Forster, R. 2001.** *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. [ed.] OIT. Madrid : s.n., 2001. Vol. 2.

**García Sanz, M. 2011.** Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento. [En línea] 2011. <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Iluminacion/ficheros/IluminacionPuestosTrabajoN.pdf>.

**Gil, Mary. 2010.** *Relación entre condiciones de iluminación y fatiga visual en personal de una empresa*. [ed.] Universidad Nacional Experimental de Guayana. Puerto Ordáz : s.n., 2010.

**Hernández , Roberto , Fernández , Carlos y Pilar , Baptista . 2013.** *Metodología de la Investigación* . Madrid : Mc Graw Hill, 2013.

**INSHT. 2001. NTP 211** Iluminación de los centros de trabajo. [En línea] 2001. [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_211.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_211.pdf).



- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT]. 2015.** *Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos.* [ed.] Teresa Álvarez. Madrid : s.n., 2015.
- Instituto Nacional de Seguros Solidarios. 2012.** *Manual de Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.* San José : s.n., 2012. pág. 22.
- Kanawaty, George. 1996.** *Introducción al Estudio del Trabajo.* [ed.] Oficina Internacional del Trabajo. 4. Ginebra : OIT, 1996.
- Monroy, Manuel. 2006.** *Manual de la iluminación.* Las Palmas de Gran Canaria : ICARO, 2006. p. 102. ISBN 84-690-0893-5.
- Niebel, Benjamin W y Freivalds, Andris. 2009.** *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo.* 12. México : MCGraw Hill, 2009.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008. 2008.** *Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.* México D.F. : s.n., 2008.
- Philips. 2004.** La iluminación en el trabajo. Efectos visuales y biológicos. [En línea] abril de 2004. [http://www.lighting.philips.es/connect/tools\\_literature/assets/pdfs/Iluminaci%C3%B3n%20en%20el%20trabajo%20Efectos%20visuales%20y%20biol%C3%B3gicos.pdf](http://www.lighting.philips.es/connect/tools_literature/assets/pdfs/Iluminaci%C3%B3n%20en%20el%20trabajo%20Efectos%20visuales%20y%20biol%C3%B3gicos.pdf).
- Presidencia de la República del Ecuador. Decreto Ejecutivo 2393. 1986.** *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.* Quito : s.n., 1986.
- Raitelli, Mario. 2008.** Diseño de la iluminación de interiores. [En línea] 2008. <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap08.pdf>.
- Rodríguez, Paúl. 2016.** *Diseño lumínico de los puestos de trabajo del centro de enseñanza general de nivel secundario Charlotte e ILVEM sucursal Colón de la ciudad de Quito.* [ed.] Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2016.
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo de Argentina [SRT]. 2011.** Guía Práctica sobre la Iluminación en el Ambiente Laboral. [En línea] 2011.

[http://www.srt.gob.ar/images%5Cpdf%5CRs84-12\\_Protocolo\\_Iluminacion\\_Guia\\_Practica.pdf](http://www.srt.gob.ar/images%5Cpdf%5CRs84-12_Protocolo_Iluminacion_Guia_Practica.pdf).

# **ANEXOS**

## **ANEXO A: Layout de la empresa**

ANEXO B:

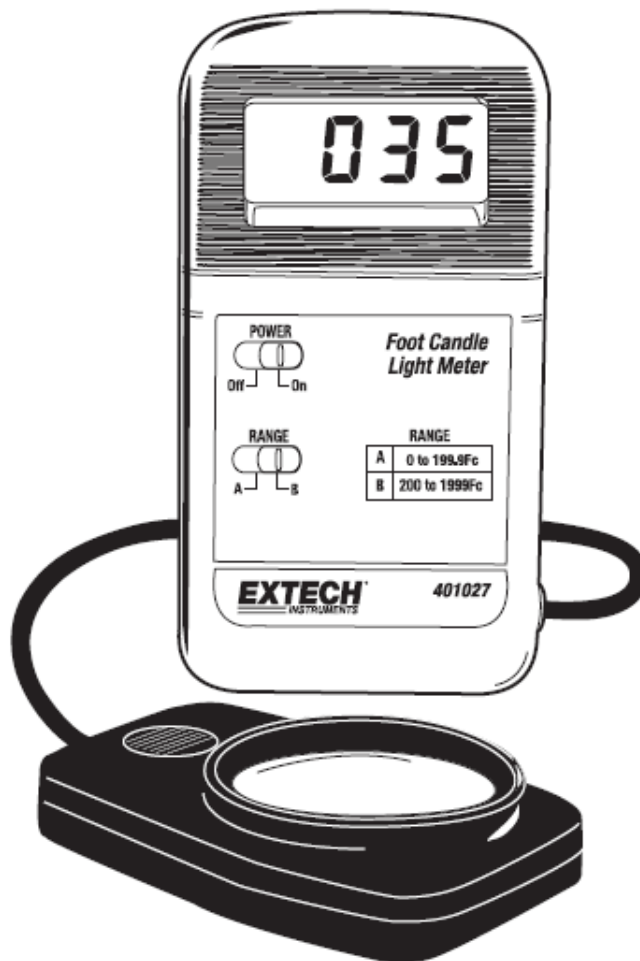
Detalles técnicos del equipo de medición de iluminancia



Manual del Usuario

Modelo 401027

Luxímetro de Bolsillo



## Introducción

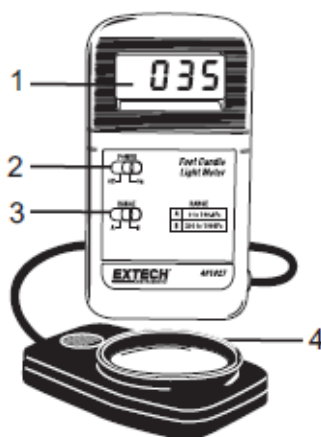
---

Felicitaciones por su compra del Luxímetro de bolsillo de Extech que mide e indica la intensidad de iluminación en unidades de bujía-pie. Puede seleccionar dos escalas (200.0 y 2000 Fc) y un preciso sensor fotodiodo corregido para color le provee una precisión de 5%.

## Descripción del medidor

---

1. Pantalla
2. Conmutador ON/OFF
3. Selector de escala
4. Sensor de iluminación



## Operación

---

### Procedimientos de operación

1. Deslice el conmutador ON/OFF a la posición ON
2. Seleccione la escala "B"
3. Sostenga el sensor de iluminación con el lente blanco de frente a la fuente de luz que se va a medir. También puede colocar el sensor sobre una mesa para las mediciones.
4. Lea la medida de iluminación en la pantalla LCD.
5. Si la medida es menor a 200 fc, seleccione la escala baja "A"
6. El medidor tiene un soporte de inclinación en la parte posterior de la caja para facilitar la visibilidad sobre la mesa.

## Reemplazo de la batería

---

El indicador de batería baja «LO BAT» aparece en la pantalla LCD cuando se acerca el momento de reemplazar la batería de 9V. Sin embargo, aún puede obtener lecturas confiables durante varias horas después de la aparición inicial del indicador de batería baja. Para reemplazar las baterías:

1. Deslice la cubierta del compartimento posterior de la batería y quite la batería usada
2. Reemplace la batería y reinstale la cubierta del compartimento

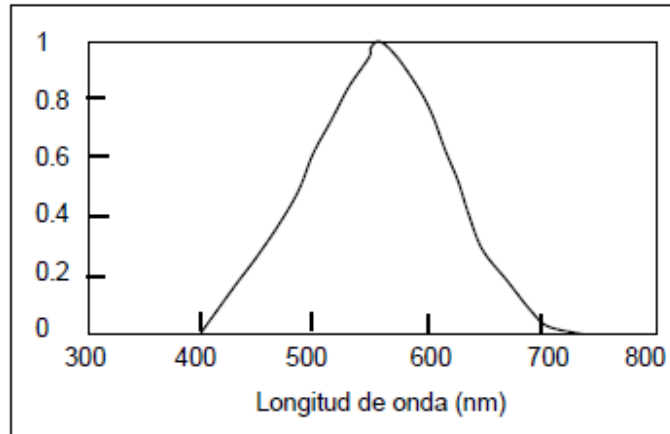


Nunca deseche las baterías usadas o baterías recargables en la basura de la casa. Como consumidores, los usuarios están obligados por ley a llevar las pilas usadas a los sitios adecuados de recolección, la tienda minorista donde se compraron las baterías, o dondequiera que se venden baterías.

### Niveles típicos de iluminación en las áreas de trabajo

		Bujías-pie	Lux
Fábricas	Escaleras de emergencia, Almacén	2 a 7	20 a 75
	Pasillos de entrada y salida	7 a 15	75 a 150
	Trabajo de empaque	15 a 30	150 a 300
	Trabajo visual: líneas de producción	30 a 75	300 a 750
	Cajistería: Trabajo de inspección	75 a 150	750 a 1,500
	Electrónica; Ensamblado, Diseño	150 a 300	1,500 a 3,000
Oficinas	Escaleras de emergencia internas	7 a 10	75 a 100
	Pasillos; Escaleras	10 a 20	100 a 200
	Recepción, salón de conferencias	20 a 75	200 a 750
	Trabajo de oficinista	75 a 150	750 a 1,500
	Mecanografía, Diseño	150 a 2000	1,500 a 2,000
Tiendas	Interiores	7 a 15	75 a 150
	Pasillos/Escaleras	15 a 20	150 a 200
	Recepción	20 a 30	200 a 300
	Mostrador	30 a 50	300 a 500
	Elevador	50 a 75	500 a 750
	Vitrina, Mesa de empackado	75 a 150	750 a 1,500
	Vitrina de fachada	150 a 300	1,500 a 3,000
Casa	Lavandería	10 a 15	100 a 150
	Actividades recreativas	15 a 20	150 a 200
	Estancia, comedor	20 a 30	200 a 300
	Maquillaje	30 a 50	300 a 500
	Lectura, Estudio	50 a 150	500 a 1,500
	Costura	100 a 200	1,000 a 2,000
Restaurante	Pasillos; Escaleras	7 a 15	75 a 150
	Entrada; Lavado	15 a 30	150 a 300
	Cocina; Mesa de comedor	30 a 75	300 a 750
	Vitrina	75 a 150	750 a 1,500
Hospital	Escaleras de emergencia	3 a 7	30 a 75
	Escaleras	7 a 10	75 a 100
	Habitaciones, Almacén	10 a 15	100 a 150
	Sala de espera	15 a 20	150 a 200
	Cuarto de examen médico	20 a 75	200 a 750
	Quirófano/Sala de urgencias	75 a 150	750 a 1,500
	Examen de ojos	500 a 1000	5,000 a 10,000

### Espectro del sensor de iluminación



### Especificaciones

Circuito	Diseño personalizado basado en un microprocesador LSI
Pantalla	Pantalla LCD 13 mm (0.5") 3-1/2 dígitos (1999 cuentas)
Sensor	Foto diodo con filtro para corrección de color que cumple con CIE Fototópico
Indicación de fuera de escala	se indica «1»
Tiempo de muestreo	Approx. 0.4 segundos
Fuente de energía	9V batería
Consumo de energía	Approx. 2.7mA
Temperatura de operación	0°C a 50°C (32°F a 122°F)
Humedad de operación	< 80% RH
Peso	195g (0.43 lb.)
Dimensiones	Medidor: 131 x 70 x 25 mm (5.2 x 2.8 x 1"); Sonda: 82 x 55 x 7mm (3.2 x 2.2 x 0.3")
Accesorios	Sensor y batería de 9V

Escala	Resolución	Precisión
0 a 199.9 Fc	0.1 Fc	± (5% + 4 dígitos)
200 a 1999 Fc	1 Fc	Full Escala

Copyright © 2013 FLIR Systems, Inc.

Reservados todos los derechos, incluyendo el derecho de reproducción total o parcial en cualquier medio

[www.extech.com](http://www.extech.com)



## ANEXO C

### Requisitos de iluminación para áreas interiores, tareas y actividades

Niveles de Iluminación

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000

Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, 2008.

BODEGA

VENTAS

CONTABILIDAD Y GERENCIA

## NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.

Fuente: (Presidencia de la República del Ecuador. Decreto Ejecutivo 2393, 1986)

BODEGA

VENTAS

CONTABILIDAD Y GERENCIA

## ANEXO D

### Coeficientes de reflectancia en paredes y techo

#### ALUMBRADO DE INTERIORES - DATOS DEL AMBIENTE A ILUMINAR

##### COEFICIENTES DE REFLECTANCIA EN PAREDES Y TECHO

###### VALORES INDICATIVOS DE REFLECTANCIA (%) DE ALGUNOS MATERIALES:

Ladrillos Esmaltados Blancos, **85-75**

Mármol Blanco, **70-60**

Terminación Iggam Claro, **60-40**

Terminación Iggam Oscuro, **40-20**

Piedra Arenisca Clara, **50-30**

Piedra Arenisca Oscura, **30-15**

Ladrillo Vista Claro, **40-30**

Ladrillo Vista Oscuro, **30-15**

Madera Clara, **50-30**

Madera Oscura, **30-10**

Granito Intermedio, **30-10**

Hormigón Natural, **20-10**

Piedra Arenisca, **20-10**

Fuente: Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

Los márgenes de reflectancias útiles para las principales superficies interiores son:

- techo: 0,6 a 0,9
- paredes: 0,3 a 0,8
- planos de trabajo: 0,2 a 0,6
- suelo: 0,1 a 0,5

Fuente: AENOR (2003) UNE-EN 12464-1. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. p.8.

Color	Refl. %	Material	Refl. %
Blanco	70-75	Revoque claro	35-55
Crema claro	70-80	Revoque oscuro	20-30
Amarillo claro	50-70	Hormigón claro	30-50
Verde claro	45-70	Hormigón oscuro	15-25
Gris claro	45-70	Ladrillo claro	30-40
Celeste claro	50-70	Ladrillo oscuro	15-25
Rosa claro	45-70	Marmol blanco	60-70
Marrón claro	30-50	Granito	15-25
Negro	4-6	Madera clara	30-50
Gris oscuro	10-20	Madera oscura	10-25
Amarillo oscuro	40-50	Vidrio plateado	80-90
Verde oscuro	10-20	Aluminio mate	55-60
Azul oscuro	10-20	Aluminio pulido	80-90
Rojo oscuro	10-20	Acero pulido	55-65

## ANEXO E

### Factores de utilización en base a la reflectancia del techo y paredes e índice de local

**Tabla 7:** Factores de utilización de una luminaria del mercado argentino

Reflectancia cieloraso [ %]	80				70				50			
	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10
Reflectancia paredes [ %]												
Indice de local	Factores de utilización											
1	0.90	0.86	0.83	0.80	0.88	0.85	0.81	0.78	0.81	0.78	0.75	0.77
2	0.82	0.75	0.69	0.64	0.80	0.73	0.68	0.64	0.70	0.66	0.62	0.67
3	0.74	0.66	0.57	0.52	0.72	0.64	0.58	0.52	0.61	0.56	0.52	0.59
4	0.68	0.58	0.50	0.45	0.66	0.56	0.50	0.44	0.54	0.48	0.43	0.52
5	0.62	0.50	0.42	0.37	0.59	0.49	0.42	0.37	0.48	0.41	0.36	0.46
6	0.57	0.44	0.38	0.32	0.55	0.44	0.37	0.31	0.42	0.36	0.31	0.41
7	0.52	0.40	0.33	0.27	0.50	0.39	0.32	0.27	0.38	0.31	0.26	0.36
8	0.48	0.36	0.28	0.23	0.46	0.35	0.28	0.23	0.34	0.28	0.23	0.33
9	0.44	0.32	0.25	0.20	0.42	0.31	0.25	0.20	0.30	0.24	0.20	0.29
10	0.29	0.22	0.18	0.39	0.28	0.22	0.18	0.28	0.21	0.17	0.26	0.21

Tabla 3. Ejemplo tabla de CU.

K	ρ Techo	0,8		0,5		0,2	
	ρ Pared	0,8	0,4	0,8	0,4	0,8	0,4
1		0,94	0,85	0,52	0,65	0,42	0,39
2		0,91	0,87	0,65	0,75	0,53	0,38
3		0,89	0,71	0,50	0,62	0,42	0,37
4		0,81	0,72	0,53	0,60	0,41	0,25

Fuente: Rodríguez & Llano (2012) Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior. p.25.

Recuperado de:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2663/1/621322LL791.pdf>

## ANEXO F

### Coefficientes de mantenimiento

#### GUÍA PARA CALCULAR NIVELES MANTENIDOS DE ILUMINACIÓN

##### EN PROYECTOS DE ALUMBRADO INTERIOR:

CARACTERISTICA DE LA LUMINARIA	POLUCION DEL AMBIENTE	COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO
<b>CERRADA</b>	Reducida	90%
	Moderada	80%
	Importante	70%
<b>ABIERTA</b>	Reducida	80%
	Moderada	70%
	Importante	60%

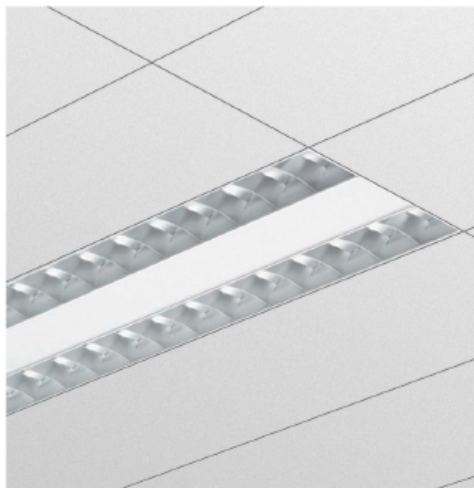
##### EN PROYECTOS DE ALUMBRADO EXTERIOR:

CARACTERISTICA DE LA LUMINARIA	POLUCION DE LA ATMOSFERA	COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO
<b>HERMETICA</b>	Reducida	80%
	Moderada	70%
	Importante	60%
<b>NO HERMETICA</b>	Reducida	70%
	Moderada	60%
	Importante	50%

Fuente: Software LumexLUX 05 Version 2.0 (2005).

## ANEXO G

### Datos Técnicos PHILIPS EFIX TBS260



## EFix TBS260

TBS260 2xTL5-28W/840 HFS D6 PI

TBS260 - 2 piezas - TL5 - 28 W - HF estándar - Óptica con semi brillo doble parabólica - Conector push-in

EFix TBS260 es una luminaria modular de montaje empotrado para lámparas fluorescentes TL5. Con una altura total de tan sólo 55 mm y provista de un marco ultra plano, se instala en placas de 600 mm en techos vistos, de perfil oculto o de escayola. EFix TBS260 permite elegir entre varias miniópticas, está optimizada para aplicaciones de iluminación general y dispone de ranuras estándar de ventilación. El control Luxsense opcional favorece el ahorro automático de energía, ya que la iluminación se regula en respuesta al nivel de luz diurna existente, reduciendo sustancialmente el gasto energético. La luminaria viene con conector externo para la conexión eléctrica y lámparas, lo que simplifica enormemente su instalación. La gama EFix TBS260 comprende versiones cuadradas de 3 y 4 lámparas y rectangulares de 2 lámparas y lleva siempre paneles intermedios lisos.

#### Datos del producto

##### • Información general

Código de familia de producto	TBS260 [TBS260]
Número de lámparas	2 [2 piezas]
Tipo de lámpara	TL5 [TL5]
Potencia de lámpara	28 W [28 W]
Color de luz	840 [Blanco frío 840]
Kombi	K [Lámpara incluida]
Equipo	HFS [HF estándar]
Sistema óptico	D6 [Óptica con semi brillo doble parabólica]
Cubierta óptica	No [-]
Alumbrado de emergencia	No [-]
Control de iluminación	No [-]
Comutación independiente	No [-]
Conexión	PI [Conector push-in]
Cable	No [-]
Clase de seguridad	CL1 [Seguridad clase I]
Código IP	IP20 [Protegido contra los dedos]
Código IK	IK02 [0.2   Standard]
Test del hilo incandescente	960/5 [960 °C. duración 5 s]
Dispositivo de seguridad	No [-]
Marcado CE	Marcado CE [Marca CE]
Marcado ENEC	Marcado ENEC [Marca ENEC]

##### • Datos Eléctricos

Tensión de red	220-240 V [220 a 240 V]
----------------	-------------------------

##### • Mecánico

Accesorios mecánicos	No [-]
----------------------	--------

##### • Datos Producto

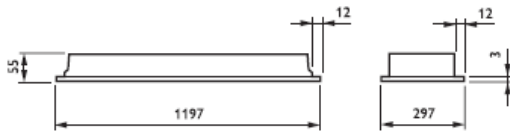
Código de pedido	698496 00
Código de producto	871155969849600
Nombre de Producto	TBS260 2xTL5-28W/840 HFS D6 PI
Nombre de pedido del producto	TBS260 2xTL5-28W/840 HFS D6 PI
Piezas por caja	0
Cajas por caja exterior	1
Código de barras de la caja exterior	8711559698496
Código logístico - 12NC	910504429918
Peso neto por pieza	3.250 kg



# PHILIPS

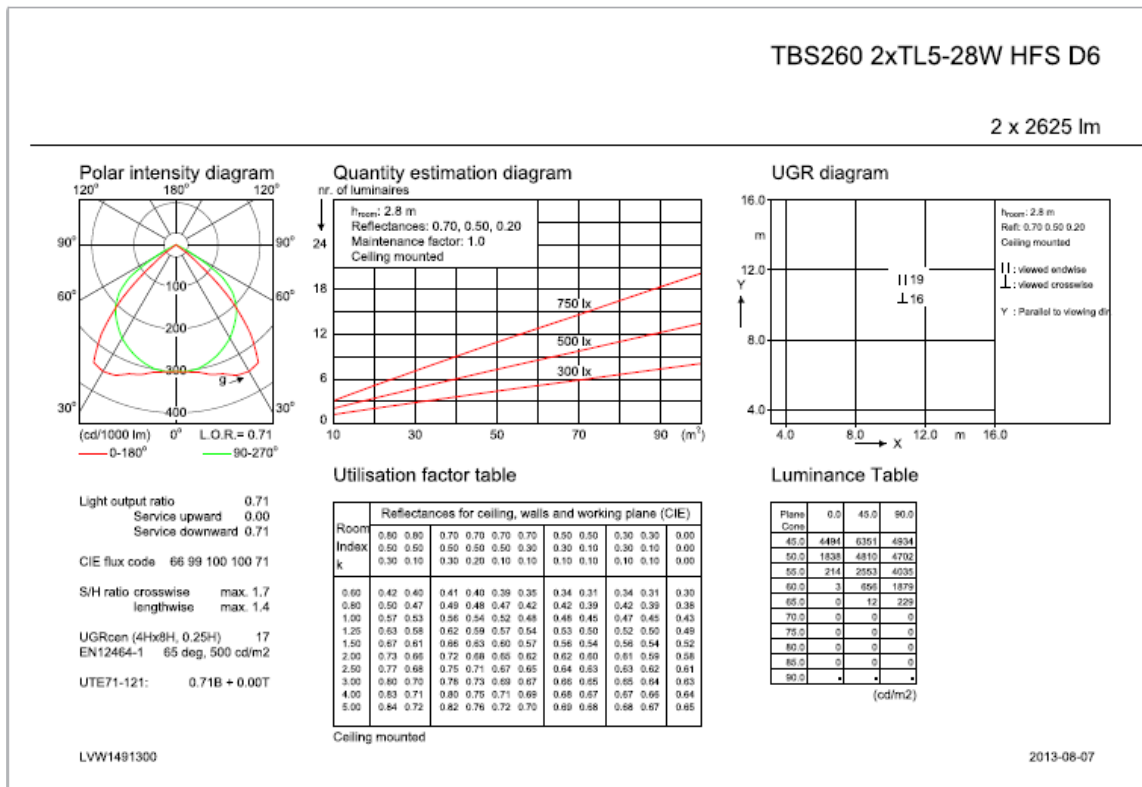
## EFix TBS260

### Plano de dimensiones



TBS260 2xTL5-28W/840 HFS D6 PI

### Datos fotométricos



TBS260 2xTL5-28W HFS D6

Recuperado de:

[http://download.p4c.philips.com/14b/9/910504429918\\_eu/910504429918\\_eu\\_pss\\_espes.pdf](http://download.p4c.philips.com/14b/9/910504429918_eu/910504429918_eu_pss_espes.pdf)



## ANEXO H

### Datos Técnicos PHILIPS CENTURA 2



## Centura 2

TCS160 2xTL-D36W HFS C3

TCS160 - 2 piezas - MASTER TL-D - 36 W - HF estándar - Óptica alto brillo facetada

Centura2 es una luminaria de montaje adosado para iluminación general de oficinas, colegios y tiendas. Se trata de una solución económicamente eficiente en la que el equipo electrónico HF y la facilidad de instalación propician un considerable ahorro de energía y mantenimiento. La gama Centura2 ofrece una selección de lámparas TL-D, tres tamaños de carcasa y cuatro tipos de óptica.

#### Datos del producto

##### • Información general

Código de familia de producto	TCS160 [TCS160]
Número de lámparas	2 [2 piezas]
Tipo de la lámpara	TL-D [MASTER TL-D]
Potencia de lámpara	36 W [36 W]
Kombi	No [-]
Compensación	No [-]
Equipo	HFS [HF estándar]
Sistema óptico	C3 [Óptica alto brillo facetada]
Alumbrado de emergencia	No [-]
Clase de seguridad	CL1 [Seguridad clase I]
Código IP	IP20 [Protegido contra los dedos]
Código IK	IK03 [0.3 J]
Listo para instalar	No [-]
Test del hilo incandescente	960/5 [960 °C, duración 5 s]
Marcado CE	Marcado CE [Marca CE]
Marcado ENEC	Marcado ENEC [Marca ENEC]

##### • Datos Eléctricos

Tensión de red	220-240 V [220 a 240 V]
----------------	-------------------------

##### • Datos Producto

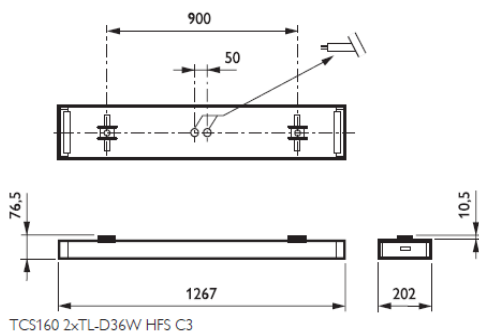
Código de pedido	138558 00
Código de producto	871155913855800
Nombre de Producto	TCS160 2xTL-D36W HFS C3
Nombre de pedido del producto	TCS160 2xTL-D36W HFS C3
Piezas por caja	0
Cajas por caja exterior	1
Código de barras de la caja exterior	8711559138558
Código logístico - 12NC	910402366012
Peso neto por pieza	2.600 kg



# PHILIPS

## Centura 2

### Plano de dimensiones



© 2015 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
Todos los derechos reservados.

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. Las marcas registradas son propiedad de Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) o de sus respectivos propietarios.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2015, Diciembre 4  
Datos sujetos a cambios

Recuperado de:

[http://download.p4c.philips.com/14b/9/910402366012\\_eu/910402366012\\_eu\\_pss\\_espes.pdf](http://download.p4c.philips.com/14b/9/910402366012_eu/910402366012_eu_pss_espes.pdf)

## ANEXO I

### Datos Técnicos PHILIPS TMS022

## Lineco TMS022

TMS022 1xTL-D36W HFS



TMS022 - 1 pc - MASTER TL-D - 36 W - HF Standard

Lineco TMS022 is a functional and economical surface-mounted batten for 1 or 2 TL-D fluorescent lamps. It offers a choice of two optics, for symmetrical and asymmetrical lighting. Installation is quick and tool-less and can be carried out single-handedly. The repositionable contact block enables flexible connection (with cable entry centrally or via the end caps). A wide range of snap-on attachments is available.

#### Product data

##### • General information

Product family code	TMS022 [TMS022]
Number of light sources	1 [1 pc]
Lamp family code	TL-D [MASTER TL-D]
Lamp power	36 W [36 W]
Kombipack	No [-]
Compensation circuit	No [-]
Gear	HFS [HF Standard]
Optic type	No [-]
Emergency lighting	No [-]
Protection class IEC	CL1 [Safety class I]
Ingress protection code	IP20 [Finger-protected]
Mech. impact protection code	IK02 [0.2 J standard]
Ready-to-install	No [-]
Glow-wire test	650/5 [Temperature 650 °C, duration 5 s]
Flammability mark	F [For mounting on normally flammable surfaces]
Country version	No [-]
CE mark	CE [CE mark]
ENEC mark	ENEC [ENEC mark]

##### • Electrical

Input voltage	230-240 V [230 to 240 V]
---------------	--------------------------

##### • Mechanical

Housing configuration	No [-]
-----------------------	--------

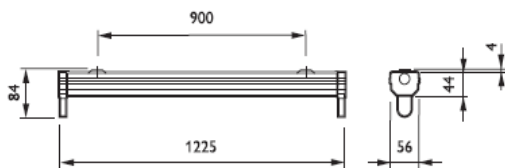
##### • Product Data

Order code	910402207403
Full product code	910402207403
Full product name	TMS022 1xTL-D36W HFS
Order product name	TMS022 1xTL-D36W HFS
Pieces per pack	1
Packs per outerbox	12
Bar code on pack - EAN1	8711559135564
Bar code on outerbox - EAN3	8711559135571
Logistic code(s) - 12NC	910402207403
Net weight per piece	1.077 kg



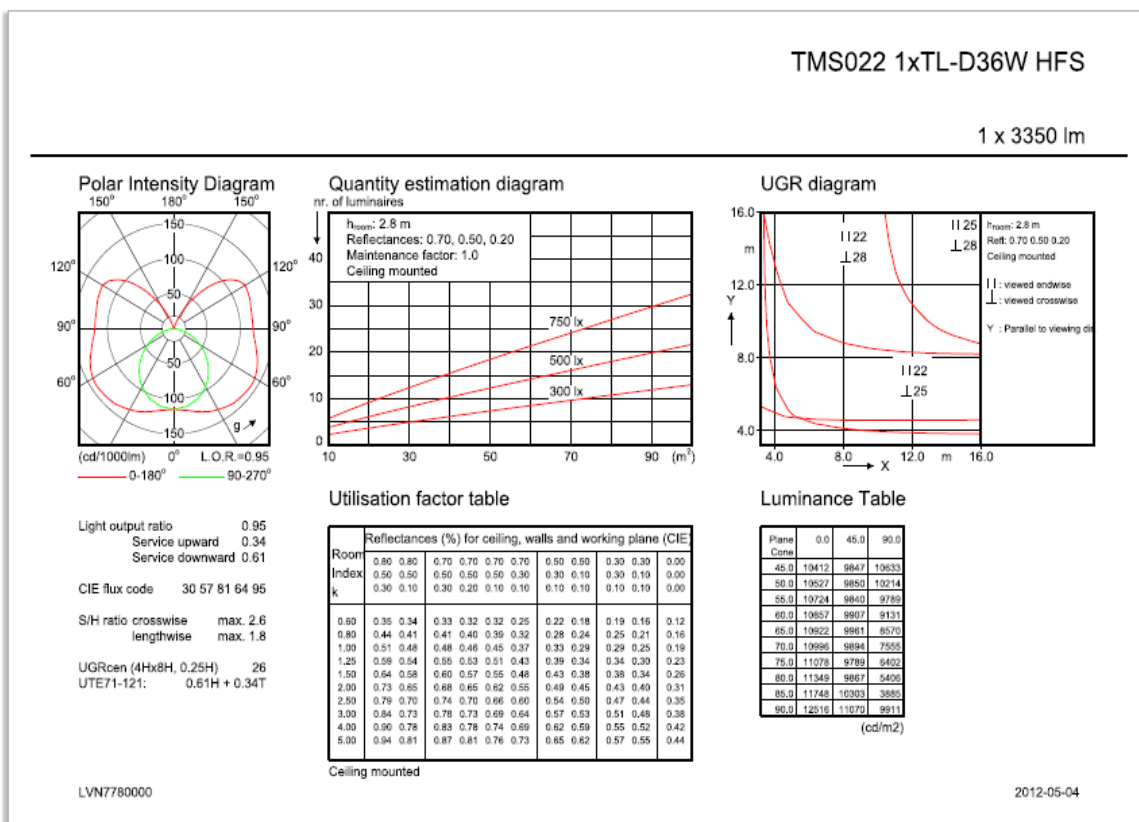
# PHILIPS

Dimensional drawing



TMS022 1xTL-D36W HFS

Photometric data



TMS022 1xTL-D36W HFS



© 2015 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2015, October 5  
data subject to change

Recuperado de:

[http://download.p4c.philips.com/14b/9/910402207403\\_eu/910402207403\\_eu\\_pss\\_aena.pdf](http://download.p4c.philips.com/14b/9/910402207403_eu/910402207403_eu_pss_aena.pdf)