

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE HERRAMIENTA DIGITAL
INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE
CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS,
VOLUMEN DE OBRA Y MATERIALES EN EL
DISEÑO DE PROYECTOS DE
ILUMINACIÓN DE INTERIORES**

**EN BENEFICIO DEL SECTOR DE ELECTRICISTAS DE LA
ZONA ORIENTAL**

**DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
ING. LUIS HUMBERTO RIVAS RODRÍGUEZ**

**DOCENTE COINVESTIGADOR
TEC. FERMÍN OSORIO GOMEZ**

**TÉCNICO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
TÉCNICO EN DESARROLLO DE SOFTWARE
CENTRO REGIONAL ITCA-FEPADE SAN MIGUEL**

ENERO 2023

ISBN: 978-99983-69-01-6 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-14-6 (E-Book, pdf)

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE HERRAMIENTA DIGITAL
INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE
CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS,
VOLUMEN DE OBRA Y MATERIALES EN EL
DISEÑO DE PROYECTOS DE
ILUMINACIÓN DE INTERIORES**

**EN BENEFICIO DEL SECTOR DE ELECTRICISTAS DE LA
ZONA ORIENTAL**

**DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL
ING. LUIS HUMBERTO RIVAS RODRÍGUEZ**

**DOCENTE COINVESTIGADOR
TEC. FERMÍN OSORIO GOMEZ**

**TÉCNICO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
TÉCNICO EN DESARROLLO DE SOFTWARE
CENTRO REGIONAL ITCA-FEPADE SAN MIGUEL**

ENERO 2023

Rector

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrector Académico

Ing. Christian Antonio Guevara Orantes

**Director de Investigación
y Proyección Social**

Ing. Mario W. Montes Arias

**Dirección de Investigación
y Proyección Social**

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada

Téc. Alexandra María Cortez Campos

Sra. Delmy Roxana Reyes Zepeda

Director Centro Regional San Miguel

Lic. Mario Alsides Vásquez Cruz

658.403 801 1

R618d Rivas Rodríguez, Luis Humberto, 1986-

slv Diseño de herramienta digital innovadora para el desarrollo de cálculos luminotécnicos, volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación de interiores [recurso electrónico] / Luis Humberto Rivas Rodríguez, Fermín Osorio Gómez. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2023.

1 recurso electrónico (52 p. : il. ; 28 cm.)

Datos electrónicos (1 archivo : pdf, 6 MB). --
<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>

ISBN: 978-99983-69-01-6 (Impreso)

ISBN: 978-99983-69-14-6 (E-Book, pdf)

1. Sistemas de información en administración. 2. Alumbrado eléctrico. 3. Presupuesto. I. Osorio Gómez, Fermín, 1984- coaut. II. Título.

Autor

Ing. Luis Humberto Rivas Rodríguez

Co Autor

Téc. Fermin Osorio Gómez

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2023

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: www.itca.edu.sv

TEL: (503) 2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
	2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
	2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA.....	5
	2.3. JUSTIFICACIÓN.....	10
3.	OBJETIVOS.....	11
	3.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
	3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4.	HIPÓTESIS.....	11
5.	MARCO TEÓRICO	11
6.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	24
	6.1 MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA	26
7.	RESULTADOS	28
8.	CONCLUSIONES.....	41
9.	RECOMENDACIONES.....	41
10.	GLOSARIO.....	42
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
12.	ANEXOS.....	46
	12.1 ANEXO 1. LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS.....	46
	12.2 ANEXO 2. CREACIÓN DE MODELADO DE DATOS RELACIONAL	46

1. INTRODUCCIÓN

Los cálculos luminotécnicos correctos en eficiencia y eficacia tienen un papel importante en el impacto ambiental ya que gracias a éstos se puede determinar la cantidad de energía y luz necesaria para iluminar un espacio determinado. Lo anterior es esencial para reducir el consumo de energía y, por lo tanto, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y la huella de carbono. Pero, además, los cálculos eficientes permiten alcanzar la combinación adecuada de rentabilidad y satisfacción de los clientes.

Cualquier empresa o institución que se proponga crecer de forma sostenible, requerirá inevitablemente adoptar distintos tipos de tecnologías que le permitan innovar sus procesos, traducándose en mayor productividad. En el presente informe, se muestra el estudio sobre el diseño de una metodología sistematizada para el control presupuestario de cálculos luminotécnicos, volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación en asocio con MYPES y emprendedores del departamento de San Miguel, ejecutado por docentes investigadores y estudiantes de las carreras Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos y Técnico en Ingeniería Eléctrica de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional San Miguel, con la colaboración de profesionales electricistas con experiencia en proyectos de iluminación.

El objetivo del proyecto fue desarrollar una aplicación Android para el cálculo luminotécnico de volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación de interiores, recintos comerciales y residenciales, en beneficio del sector técnico electricista de El Salvador.

Se inició con la definición de los requerimientos para cada uno de los procesos que tendría la aplicación móvil, entre ellos están: clasificación de los tipos de tecnologías de iluminación, fichas técnicas según datos del fabricante, gestión de clientes, métodos de presupuestos y utilidades en proyectos de iluminación de interiores. Estos requerimientos se validaron con docentes de ITCA-FEPADE Sede Central y del Centro Regional Santa Ana, especialistas en la elaboración de presupuestos de proyectos de iluminación.

Se diseñó una base de datos relacional, así como las diferentes interfaces de usuario para el funcionamiento de una aplicación móvil Android, que cumpliera con los objetivos de esta investigación de automatizar los procesos presupuestarios, permitiendo a los profesionales del área eléctrica tener información oportuna para tomar decisiones.

Al final del proceso, se pudo obtener una aplicación móvil que está disponible en la tienda de aplicaciones en Android, lo que la hace accesible para cualquier profesional o institución que tenga acceso a descargarla desde su Smartphone. Se incluyen entre los productos del proyecto el Manual del Usuario, Manual del Administrador, Manual del Analista con especificaciones técnicas y contenido audiovisual sobre el uso de la aplicación.

Mediante este estudio, se pudo comprobar cómo la integración de herramientas tecnológicas para gestionar los procesos de costeo puede ayudar al emprendedor o profesional del sector eléctrico a obtener el mayor rendimiento en la gestión de presupuestos de cálculos luminotécnicos, así como a utilizar de manera responsable los recursos escasos, impactando así positivamente el medio ambiente.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

No hay duda de que el control apropiado en la elaboración y ejecución de un presupuesto es indispensable para el correcto funcionamiento de una organización, emprendimiento o proyecto.

Históricamente las MYPES o emprendedores del sector eléctrico han trabajado de manera empírica, lo que coloquialmente se conoce a “prueba y error”, especialmente en la estimación de los volúmenes de obra y los cálculos de costos y rentabilidad esperada. La especialidad luminotécnica no es la excepción, ya que, al no realizarse un cálculo adecuado, no sólo se pone en riesgo la inversión y satisfacción del cliente, sino que también genera un impacto negativo en el medio ambiente y en la rentabilidad del proyecto mismo.

Esto es el resultado, en la mayoría de los casos, de la poca preparación académica y al limitado acceso a las tecnologías de la información para usarlas como herramientas para un control presupuestario más exacto o al menos más cercano a la realidad del momento. Expuesto lo anterior se puede decir que un emprendedor, un profesional o una organización puede mejorar la calidad de sus servicios y su rentabilidad. Para ello debe procurar el desarrollo de una cultura de trabajo técnico apoyándose de herramientas digitales que le permitan realizar eficientemente cada uno de los procesos que se ofrecen, y estos a su vez se darán de forma amigable con el medio ambiente.

A raíz de eso se presenta la siguiente interrogante:

¿Cómo contribuiría en la calidad de atención a los clientes y en la eficiencia de los recursos de la empresa, el uso de una aplicación móvil como herramienta automatizada para el control presupuestario de cálculos luminotécnicos en recintos comerciales y residenciales para el sector MYPES y emprendedores eléctricos del departamento de San Miguel?

2.2. ANTECEDENTES / ESTADO DE LA TÉCNICA

Las MYPES en El Salvador

Las MYPES en El Salvador juegan un papel importante en la economía del país, puesto que hasta abril de 2019 se estimaba alrededor de 360,000 micro y pequeñas empresas (MYPES) las cuales generan entre un 35% al 38% del producto interno bruto (PIB). [1]

Es por esta razón que las MYPES deben estar obligadas al cambio, más aún en tiempos de pandemia, donde la productividad debe ser primordial. Estadísticamente está comprobado que cada 5 años más de la mitad de las MYPES desaparecen por diferentes motivos, tales como la falta de tecnología, el orden de sus procesos, la carencia de una estrategia, su estatus jurídico o legal y, sobre todo, por la resistencia al cambio.

Características de la población económicamente activa

La población total según la Dirección General de Estadísticas y Censos 2021 [2] establece que es de 6,325,827 personas, las cuales están distribuido en 61.7% en la zona urbana, mientras que un 38.3% en la zona rural.

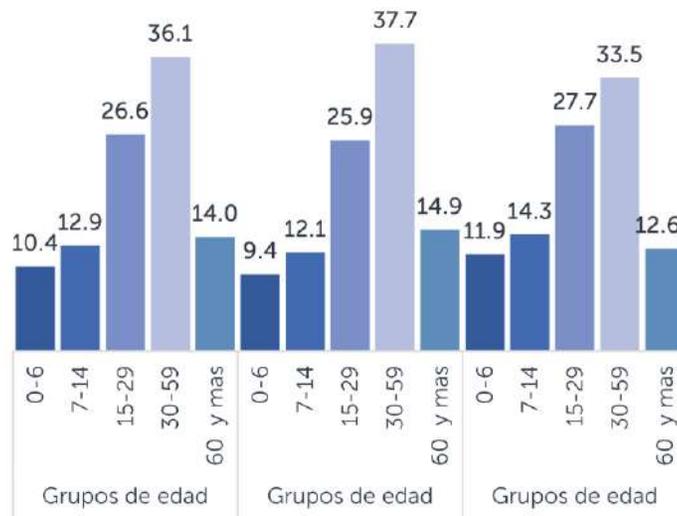


Ilustración 1 - El Salvador: Población por área geográfica y grupos de edad. Fuente: Gráfico 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #3. [2]

Cabe destacar que, del total de población, el 53.3% corresponde al género femenino, mientras que el 46.7% corresponde al género masculino. Además, el estudio indica que el grupo etario de 15 a 29 años representa un 26.6%, lo que indica que más de una cuarta parte de toda la población es joven. Esto brinda una oportunidad para aprovechar el potencial para el ámbito productivo del país.

Población por departamento

La densidad poblacional por departamento devuelve datos interesantes de cara a la investigación, puesto que el 64.2% de toda la población total, se concentra en 5 departamentos: San Salvador, La Libertad, Santa Ana, Sonsonate y San Miguel.

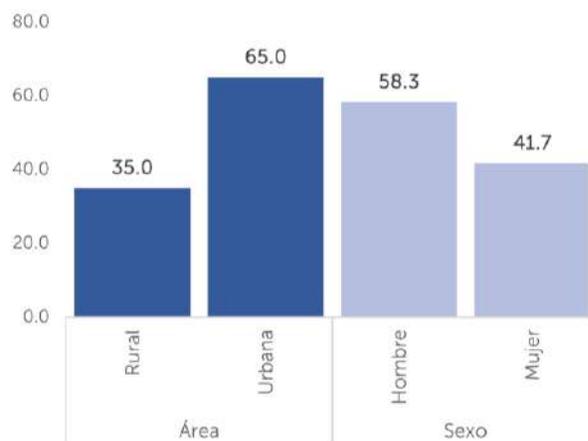
Departamento	Población	Extensión en Km ²	Habitantes por Km ²
Total	6,325,827	21,040.79	301
San Salvador	1,733,576	886.15	1,956
La Libertad	797,543	1,652.88	483
Sonsonate	502,727	1,225.77	410
Cuscatlán	264,291	756.19	350
Ahuachapán	362,681	1,239.60	293
La Paz	355,944	1,223.61	291
Santa Ana	560,522	2,023.17	277
San Miguel	465,394	2,077.10	224
Usulután	349,733	2,130.44	164
San Vicente	174,033	1,184.02	147
Cabañas	153,617	1,103.51	139
Morazán	193,369	1,447.43	134
La Unión	231,817	2,074.34	112
Chalatenango	180,580	2,016.58	90

Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples-2021

Ilustración 2 - El Salvador: Población y densidad según departamento. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #5. [2]

Población Económicamente Activa

Según el censo emitido por la DIGESTYC, la población se compone de 6,325,827 personas, de las cuales 2,932,673 (46.36%) pueden realizar alguna actividad económica, ofreciendo su fuerza de trabajo al mercado laboral. De ese sector de población económicamente activa, el 58.3% le corresponde al género masculino, mientras que el 41.7% corresponde al género femenino. Estos datos coinciden con la población joven, es decir, que el rango de edades entre los 16 a los 39 años, representa el 54.9% de toda la población económicamente activa.



Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples-2021

Ilustración 3 - El Salvador: Distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) por área geográfica y sexo. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #26. [2]

La escolaridad de la población económicamente activa

Este indicador es importante analizarlo, puesto que ayudará a conocer los niveles de preparación que tienen los sectores productivos del país, según el censo a nivel nacional, la escolaridad promedio es de 8.7 grados para el 2021. En la zona rural, eso baja considerablemente a 6.8 grados de escolaridad.

Año		2021
Nacional	Total	8.7
	Hombres	8.4
	Mujeres	9.0
Rural	Total	6.8
	Hombres	6.6
	Mujeres	7.1
Urbana	Total	9.7
	Hombres	9.7
	Mujeres	9.8

Fuente: Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples-2021

Ilustración 4 - El Salvador: Años de escolaridad promedio de la Población Económicamente Activa (PEA), por área geográfica y sexo. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #28.

Es importante también relacionar estos grados de escolaridad con la demanda de personal calificado. En el estudio de la DIGESTYC, se puede apreciar que un 30.4% de las personas pertenecen al grupo ocupacional de servicios, mientras que un 22.3% está compuesto por personal no calificado. Estos datos fundamentan la necesidad de ofrecer a estos grupos ocupacionales, herramientas que los vuelvan más productivos.

Técnicamente, un nivel de escolaridad puede ser un factor muy importante para evaluar la idoneidad de un profesional en un área específica, y las habilidades para realizar cálculos luminotécnicos no son la excepción. Sin embargo, este no es el único factor a considerar; también se debe tener en cuenta la experiencia y otras variables que contribuyan a elevar el nivel de calidad con el que un profesional del sector eléctrico brinde un servicio eficiente desde la perspectiva de un proyecto y que sea también responsable de cara al medio ambiente.

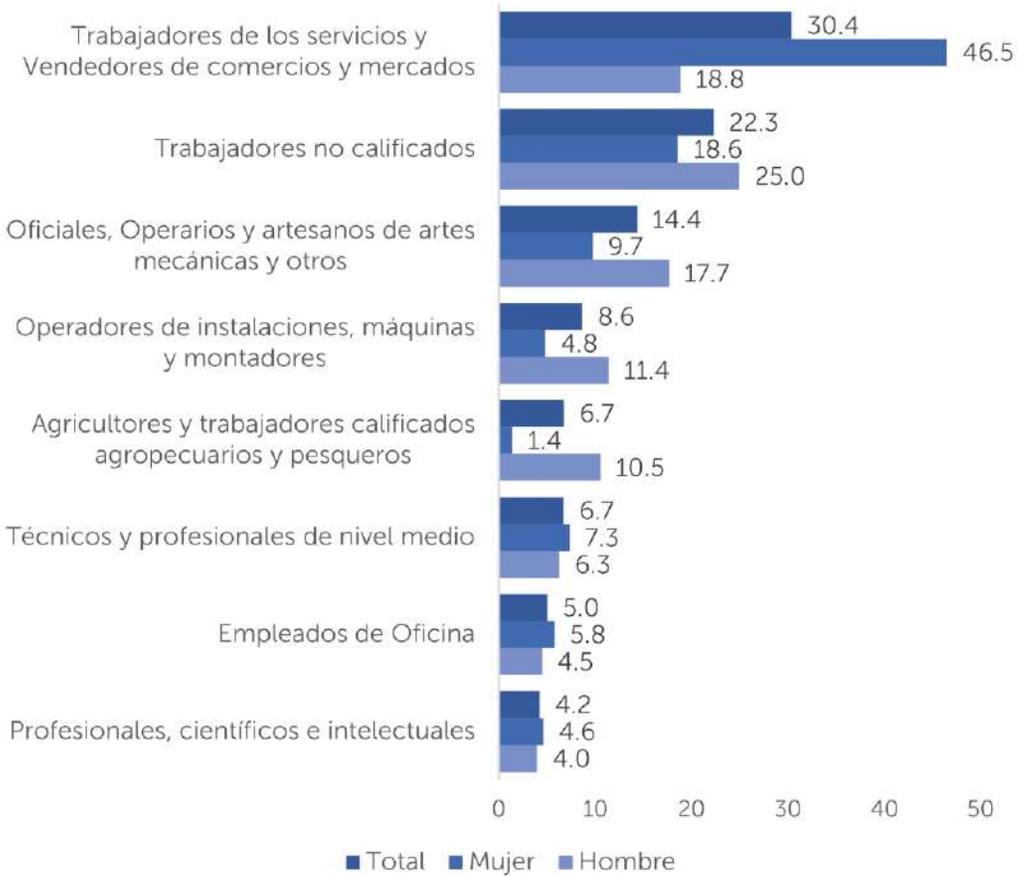


Ilustración 5 - El Salvador: Población ocupada, por grupo ocupacional. según sexo. Fuente: Tabla 1.1 de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2021, Página #35.

Electricistas en la industria salvadoreña.

En el mercado laboral existe una competencia muy grande en casi todos los rubros de trabajo. Esa competencia no es ajena para los trabajadores o emprendedores independientes como los electricistas. Cada año se gradúan una enorme cantidad de técnicos de las escuelas técnicas y de ingeniería, así como de universidades. Además, hay personas se capacitan y obtienen certificaciones de cuarta, tercera o

segunda categoría a través de proyectos de INSAFORP e instituciones de formación profesional.

Sin embargo, por diferentes razones esa formación tiene sus limitantes, lo que impide que no todos alcancen las competencias para el desarrollo profesional de un cálculo luminotécnico. Muchos profesionales y electricistas empíricos no pueden hacerse cargo de proyectos que requieran diseños específicos, por carecer de las herramientas y los conocimientos técnicos de métodos certeros de cálculo, levantamiento de datos, volumen de material y obra.

Por otro lado, también existe un segmento de electricistas empíricos que realizan trabajos luminotécnicos, que, por no tener una visión global del proyecto, se comprometen a cumplir tiempos y presupuestos subestimados o difíciles de alcanzar.



Ilustración 6 - Mujer en curso de instalaciones eléctricas.

Para cualquier emprendedor o empresario que debe realizar ofertas de proyectos luminotécnicos, se vuelve indispensable contar con información precisa sobre el acontecer el trabajo a realizar, porque de lo contrario la toma de decisiones se hará con datos estimados según la percepción de la persona y no con datos reales.

Principales problemas al no realizar un presupuesto

1. **Falta de visión a largo plazo:** si una empresa no hace un presupuesto adecuado, es posible que no tenga una visión clara de sus metas y objetivos a largo plazo, lo que puede llevar a decisiones de inversión poco informadas.
2. **Presupuestos sobreestimados o subestimados:** sin un presupuesto preciso y bien detallado, es fácil que los gastos se desvíen y se exceda el presupuesto, lo que puede tener un impacto negativo en la salud financiera de la empresa.
3. **Falta de flexibilidad:** un presupuesto detallado permite a una empresa ser más flexible y adaptarse a los cambios en el mercado o en la economía, pero sin un presupuesto adecuado, es más difícil responder a los desafíos que surjan.
4. **Dificultad para realizar seguimiento:** sin un presupuesto adecuado, es difícil realizar un seguimiento y una evaluación precisos de los gastos y los ingresos, lo que puede dificultar la toma de decisiones

informadas sobre el futuro de la empresa.

5. **Falta de transparencia:** si una empresa no hace un presupuesto adecuado, es posible que haya incertidumbre y falta de transparencia en cuanto a la asignación de recursos y la gestión de gastos, lo que puede socavar la confianza de los empleados, los inversores y otros interesados en la empresa.

Un buen cálculo luminotécnico no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también puede ayudar a las empresas a ser más competitivas. Aquí hay algunas formas en las que un cálculo luminotécnico efectivo puede mejorar la competitividad de una empresa:

1. **Ahorro de costos:** un cálculo luminotécnico preciso puede ayudar a optimizar el uso de la energía y la luz, lo que resulta en un ahorro significativo en los costos de energía a largo plazo.
2. **Mejora de la productividad:** la iluminación adecuada puede mejorar la calidad de vida de los empleados y aumentar su productividad, lo que puede ser un factor importante en la competitividad de la empresa.
3. **Mejora la imagen de la empresa:** una empresa que adopta prácticas sostenibles y responsables con el medio ambiente puede mejorar su imagen y atraer a clientes y empleados comprometidos con la sostenibilidad.
4. **Reducción de riesgos:** una iluminación inadecuada puede ser perjudicial para la salud y seguridad de los trabajadores, lo que puede resultar en costosos juicios y demandas. Un cálculo luminotécnico efectivo puede ayudar a minimizar estos riesgos.

2.3. JUSTIFICACIÓN

El uso de tecnologías móviles se ha convertido en un mecanismo clave para la competitividad de las empresas en el mundo moderno. Las tecnologías móviles ofrecen una amplia variedad de soluciones empresariales que ayudan a las empresas a mejorar su eficiencia y mejorar su productividad en el mercado. Las tecnologías móviles permiten a las pequeñas empresas expandir su alcance más allá de su ubicación física y acceder a nuevos mercados y clientes potenciales.

Por tanto, a través de esta investigación se desarrolló una aplicación móvil con capacidad de ser accesible desde cualquier dispositivo móvil Android en su versión 6 o superior, que permitirá mejorar la calidad del servicio que prestan los emprendedores, micros y pequeños empresarios en el rubro eléctrico, beneficiando a docentes, estudiantes y comunidad en general.

- **A los emprendedores y/o micros empresarios** porque les permitiría hacer un mejor cálculo, llevar un mejor control de los presupuestos en el diseño de cálculo luminotécnicos, permitiendo cuidar los recursos y ofrecer una calidad en **el servicio a la comunidad en general**.
- **A los docentes investigadores y estudiantes involucrados** les permitirá poner en práctica y ampliar los conocimientos en el desarrollo aplicaciones móviles, así como profundizar aprendizajes en áreas multidisciplinarias, como la elaboración de presupuestos en proyectos de iluminación de interiores.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación Android basada en una metodología sistematizada para el desarrollo de cálculos luminotécnicos, volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación de interiores, recintos comerciales y residenciales en beneficio del sector técnico electricista de la Zona Oriental de El Salvador.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Definir la metodología de cálculos luminotécnicos, volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación de interiores para recintos comerciales y residenciales.
- b) Diseñar un modelado de datos relacional con características de escalabilidad.
- c) Definir procesos en el software que se acoplen a las necesidades actuales y las solventen.
- d) Realizar diseño de interfaces que mejoren la experiencia de usuario en el uso de la aplicación.
- e) Elaborar la documentación técnica y operativa sobre el uso de la aplicación.

4. HIPÓTESIS

¿El desarrollo de una aplicación móvil para el desarrollo de cálculos luminotécnicos, volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación de interiores, recintos comerciales y residenciales, mejorará la productividad de los electricistas emprendedores en el desarrollo de proyectos de iluminación complejos?

5. MARCO TEÓRICO

El concepto de microempresa y pequeña empresa varía entre las diversas instituciones, tanto públicas como privadas, que de alguna manera están relacionadas con el fomento y desarrollo de las MYPES en El Salvador. Para categorizar las empresas, se utilizan, entre otras cosas, el número de empleados, total de activos o ventas brutas anuales.

Así mismo, la ley MYPE define a una pequeña empresa como aquella persona natural o jurídica que opera en los diversos sectores de la economía, a través de una unidad económica con un nivel de ventas brutas anuales mayores a 482 y hasta 4,817 salarios mínimos mensuales de mayor cuantía y con un máximo de 50 trabajadores.

En El Salvador, se considera que un negocio está en la etapa emprendimiento cuando tiene un máximo en ventas brutas anuales de hasta un máximo de \$5,714.29, contando con trabajadores que no reciben remuneración, es decir, en la mayoría de los casos, estos trabajadores son familiares del propietario o propietaria del negocio, quienes apoyan en cualquier actividad del negocio. La categoría de emprendimiento es el nivel más bajo en la clasificación de empresas en el país; así mismo sobre las

categorías MYPES existe dos clasificaciones más: la mediana empresa y la gran empresa. [3]

Existen diferentes criterios para la clasificación de las empresas, esto es aplicable desde la microempresa hasta las grandes empresas, según el sector en el que compiten se pueden clasificar en:

- **Empresas del sector primario:** Aquella cuya actividad está directamente relacionada con los recursos materiales. Es decir, trabajan directamente con la materia prima. Este sector comprende la agricultura, la ganadería, la pesca, la minería, etc. Por ejemplo, una granja de aves o una plantación de tabaco.
- **Empresas del sector secundario:** Aquellas que se dedican a la actividad industrial. Es decir, actividades de transformación de bienes, donde se da un proceso productivo. Se incluye la industria, la construcción y la producción de energía. Ejemplos: fábricas de automóviles como la General Motor, FIAT, Ford, Fagor, etc.
- **Empresas del sector terciario:** empresas que se dedican a actividades de prestación de servicios. Como el comercio, los transportes, la administración, la banca, el turismo, etc. Ejemplo: una academia, un banco, una tienda, etc.

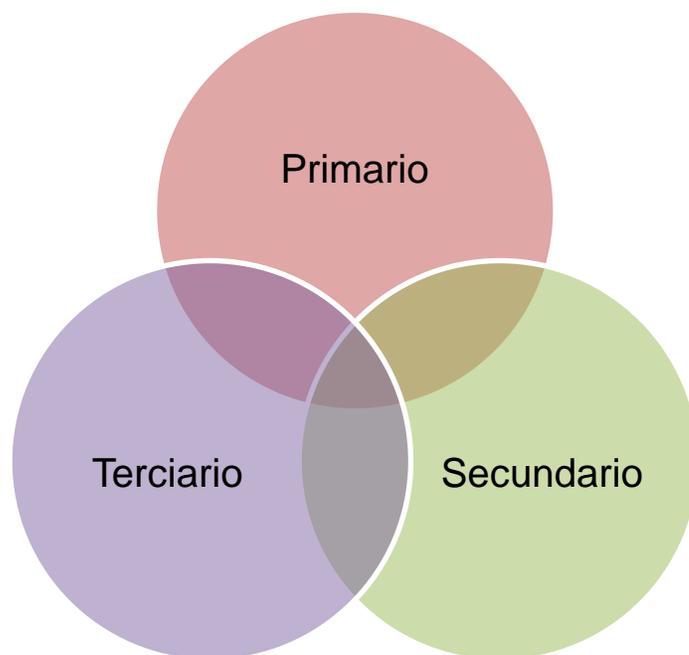


Ilustración 7 - Clasificación de las empresas según su sector.
Fuente: Manual de Contabilidad Financiera - Conceptos Básicos. [4]

SECTOR ELÉCTRICO EN EL SALVADOR

El sector eléctrico salvadoreño cuenta con una agenda público-privada orientada hacia un sector de talla mundial, el cual abastece una demanda en permanente crecimiento en un mercado nacional y regional seguro, transparente y con reglas claras. Cuenta con una planificación energética a corto, mediano y largo plazo, lo cual vuelve completamente confiable el éxito de una inversión.

El sector eléctrico de El Salvador se caracteriza por tener un mercado de electricidad en el que los agentes públicos y privados pueden competir con reglas claras y transparentes. El mercado salvadoreño cuenta con un marco normativo que permite a todos los participantes operar libremente las actividades de generación, transmisión y distribución.

Este marco normativo garantiza la seguridad jurídica, indispensable para invertir en el sector eléctrico. Debido a sus mecanismos de aplicación y fundamento constitucional, no puede ser modificado sin el concurso de todos sus participantes. La operación del Sistema de Transmisión y del Mercado Mayorista se basa en costos de producción con un modelo económico marginalista, que premia la eficiencia y permite que los inversionistas tengan garantizadas sus utilidades, al mismo tiempo que los usuarios finales obtienen tarifas a precios razonables.

El modelo de mercado salvadoreño permite que la mayor parte de la generación esté contratada a plazos y solo un pequeño porcentaje se comercializa en base a oportunidades, teniendo como horizonte una matriz energética diversificada que no dependa de una sola fuente de generación.

En ese sentido, la inversión en fuentes renovables no convencionales es prioritaria para los siguientes años, aunque no está limitada la inversión en otro tipo de tecnologías como el gas natural y el carbón mineral. [5]

DESCRIPCIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO [5]

El sector eléctrico del país está compuesto por distintos agentes, los cuales conjuntamente integran el Mercado Mayorista de Energía. Estos agentes pueden ser de características públicas o privadas y que tienen funciones específicas en un mercado con reglas bien definidas.

Entre los agentes antes mencionados podemos resaltar:

- **EMPRESAS GENERADORAS**, las cuales poseen las centrales de producción de energía eléctrica y la comercializan en forma total o parcial.
- **AGENTE TRANSMISOR**. Es la entidad poseedora de instalaciones destinadas al transporte de energía eléctrica en redes de alto voltaje. Esta es una sola empresa de figura pública-privada, ya que a este nivel de mercado la competencia no es factible.
- **EMPRESAS DISTRIBUIDORAS**. Son las poseedoras y operadoras de las instalaciones de distribución. Su finalidad es transformar la energía de un nivel de voltaje mayor a uno adecuado para los usuarios finales en sus redes de suministro.
- **COMERCIALIZADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA**. Estos agentes hacen transacciones de compraventa de energía a nivel regional para satisfacer demandas de algunos otros agentes, como los usuarios finales. Los Comercializadores también están sujetos al Reglamento del Mercado Regional de Electricidad entre los países centroamericanos, así como a la normativa nacional.

Finalmente, para que exista una coordinación entre los agentes se requiere la participación de un OPERADOR DEL MERCADO, que ejecuta las acciones necesarias y realiza las conciliaciones económicas que resultan de las transacciones entre agentes. De la misma manera, el ENTE REGULADOR tiene las funciones de aplicar normas y reglamentos que establezcan reglas claras para el buen funcionamiento del mercado.



Ilustración 8 - Distribuidores principales de Energía Eléctrica en El Salvador.

Fuente: Sector Eléctrico de El Salvador - PROESA [5]

Introducción a los sistemas de alumbrado eléctrico

Los sistemas de alumbrado eléctrico son aquellos que utilizan electricidad para producir luz. Estos sistemas incluyen bombillas, lámparas fluorescentes, LED, entre otros, y se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde la iluminación de viviendas hasta la iluminación de edificios públicos, parques y calles.

El alumbrado eléctrico es un aspecto crucial de la sociedad moderna. Desde su invención en la segunda mitad del siglo XIX, el alumbrado eléctrico ha revolucionado la forma en que vivimos y trabajamos, proporcionándonos una fuente de luz artificial confiable y fácil de usar en todo momento.

El alumbrado eléctrico ha revolucionado la forma en que las personas iluminan sus hogares y lugares de trabajo, proporcionando luz más brillante y eficiente en términos de energía que los sistemas de iluminación antiguos como las velas o las lámparas de gas.

Además, con la popularidad de las tecnologías de iluminación eficientes como las luces LED, los sistemas de alumbrado eléctrico también han mejorado en términos de sostenibilidad, ayudando a reducir el impacto ambiental y a reducir los costos energéticos.

Los sistemas de alumbrado deben ser eficientes, confiables y accesibles, y cumplir con las necesidades y requisitos específicos de cada aplicación. Para ello, se deben cumplir los siguientes objetivos:

1. **Proporcionar luz:** el objetivo principal de cualquier sistema de alumbrado es proporcionar luz, permitiendo a las personas ver en interiores y exteriores.
2. **Eficiencia energética:** Actualmente, la eficiencia energética es un objetivo importante para muchos sistemas de alumbrado, ya que buscan reducir el consumo de energía y, por lo tanto, el impacto ambiental.
3. **Comodidad visual:** Los sistemas de alumbrado buscan proporcionar una iluminación cómoda y sin deslumbramiento, permitiendo a las personas ver de forma clara y natural.
4. **Durabilidad:** Los sistemas de alumbrado deben ser duraderos y confiables, proporcionando luz de manera constante y sin interrupciones.
5. **Costo:** Los sistemas de alumbrado deben ser económicos y accesibles, permitiendo a las personas y empresas mantener una iluminación adecuada a un precio razonable.

El método de lumens

El método de lumens es una forma de medir la cantidad total de luz emitida por una fuente de luz, independientemente de su distribución o color. La unidad de medida de este método es el lúmen, que representa la cantidad de luz emitida en una dirección particular.

El método de lumens se utiliza para comparar la eficacia de diferentes fuentes de luz y determinar la cantidad adecuada de luz para una tarea o un espacio en particular. Este método es más preciso que medir la potencia eléctrica de una fuente de luz, ya que la cantidad de luz producida no está necesariamente relacionada con la cantidad de energía consumida. El método de lumens es una herramienta importante para la planificación y diseño de sistemas de iluminación, ya que permite a los profesionales de la iluminación tomar decisiones informadas sobre qué tipo y cantidad de luz es adecuada para un espacio en particular.

Lámparas y Luminarias

Una lámpara es un dispositivo eléctrico que produce luz y una luminaria es un conjunto de componentes, incluyendo una o más lámparas, diseñada para ser instalada en un espacio para proporcionar iluminación. La diferencia principal entre una lámpara y una luminaria es que la primera es un elemento individual que se utiliza para producir luz, mientras que la segunda es un sistema completo que incluye la lámpara y otros componentes necesarios para montar y controlar la luz. Estos componentes incluyen una carcasa, un reflejo, una pantalla y un soporte, entre otros. La luminaria se diseñó para instalarse en un espacio y proporcionar iluminación en un área determinada.

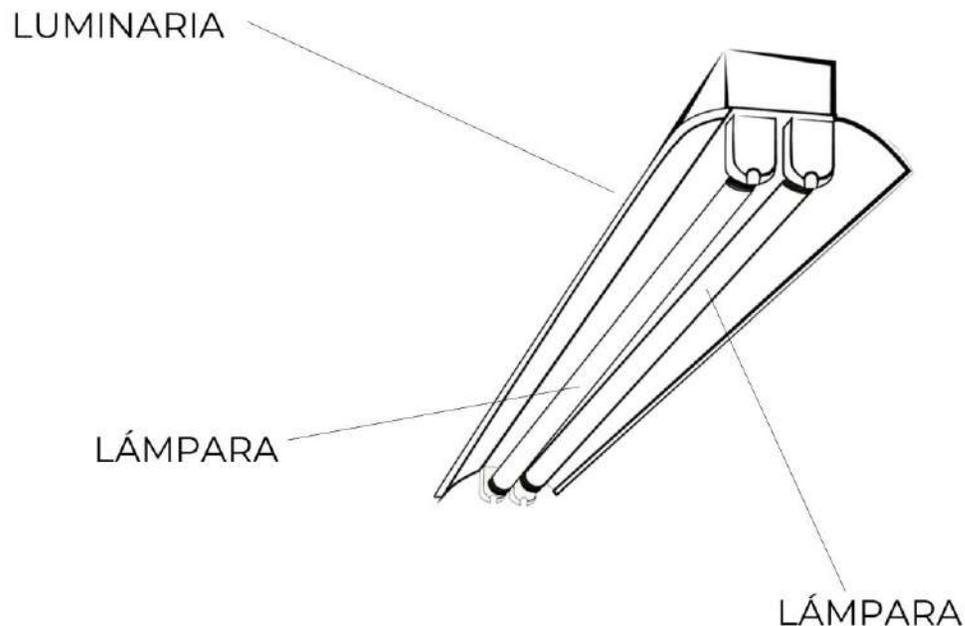


Ilustración 9 - Luminaria Fluorescente con 2 lámparas tubulares. - Fuente: Docente Investigador.

Tipos de luminarias de interiores

En un proyecto de iluminación, el tipo de iluminación juega un papel muy importante al momento de diseñar un presupuesto, existen seis tipos de iluminación:

- **Iluminación directa.** Este tipo de iluminación se refiere a la luz que se dirige hacia el objeto o superficie que se desea iluminar. Por ejemplo, una lámpara de techo que apunta directamente hacia un objeto.
- **Iluminación semidirecta.** Esta combina la luz directa con la luz reflejada en una superficie. Por ejemplo, una luminaria con difusor que combina luz directa y luz reflejada en el techo.
- **Iluminación mixta.** Esta es una combinación de luz directa e indirecta. Por ejemplo, una luminaria de techo que emite luz hacia abajo y hacia arriba.
- **Iluminación difusa.** Esta es una luz que se dispersa en todas las direcciones. Por ejemplo, una lámpara con un difusor de vidrio o plástico que dispersa la luz.
- **Iluminación semi indirecta.** Es una combinación de luz directa y difusa. Por ejemplo, una luminaria de techo con un difusor que combina luz directa y luz difusa.
- **Iluminación indirecta.** Esta es una luz que rebota en una superficie antes de llegar al objeto o área que se desea iluminar. Por ejemplo, una luminaria de pared que emite luz hacia arriba para que rebote en el techo y alcance la superficie deseada.

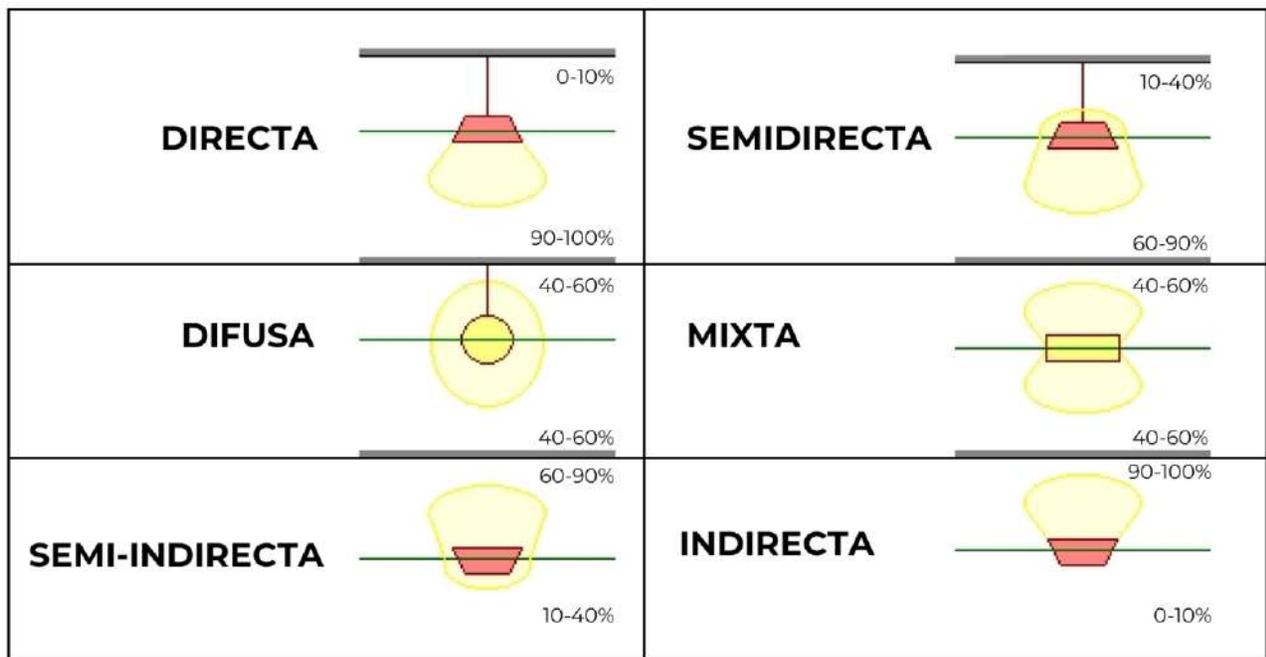


Ilustración 10 - Tipos de iluminación. Fuente: Docente Investigador tomando como base la clasificación de CIE según su distribución de luz.

Plano de trabajo

Un plano de trabajo en los procesos de iluminación es un documento técnico que muestra detalladamente la disposición de los puntos de luz y otros elementos relacionados con la iluminación en un espacio o proyecto. El plano de trabajo incluye información esencial como la ubicación de las luces, la dirección de la luz, la intensidad de la luz y el tipo de lámparas o fuentes de luz utilizadas.

Un plano de trabajo en iluminación es una herramienta clave para la planificación, diseño y ejecución de un proyecto de iluminación.

Permite a los profesionales de la iluminación visualizar cómo se distribuirá la luz en un espacio, asegurándose de que se cumplan los requisitos de iluminación necesarios para la tarea o el uso previsto. Además, el plano de trabajo también es útil para la coordinación con otros contratistas o profesionales involucrados en el proyecto.

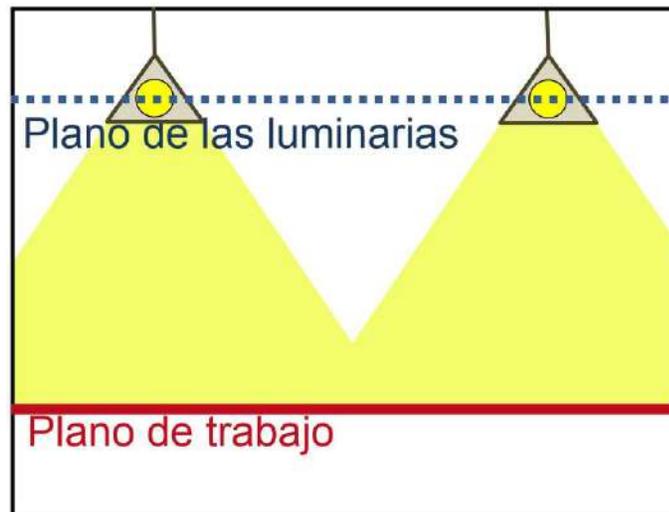


Ilustración 11 - Plano de Trabajo. Fuente: Castilla Cabanes, Nuria, Blanca Giménez, Vicente, Martínez Antón, Alicia, Pastor Villa, Rosa María – LUMINOTECNIA.

Emplazamiento de luminarias

El emplazamiento de luminarias se refiere a la ubicación específica en la que se colocan las luminarias en un espacio. Este proceso involucra la determinación de los puntos en los que las luminarias serán instaladas para proporcionar la iluminación adecuada en el área deseada.

Es importante porque afecta directamente la calidad de la iluminación y, por lo tanto, la eficiencia energética y el confort visual. Un emplazamiento inadecuado puede resultar en una iluminación insuficiente o desigual, lo que puede ser perjudicial para la salud visual y disminuir la eficiencia energética.

Es una actividad que debe planificarse cuidadosamente para lograr una distribución uniforme y eficiente de la luz, maximizando su efecto y ahorrando energía. Esto puede involucrar la consideración de factores como la altura de montaje, la orientación y la dirección de la luz, la distancia entre

luminarias y el tipo de luminarias utilizadas.

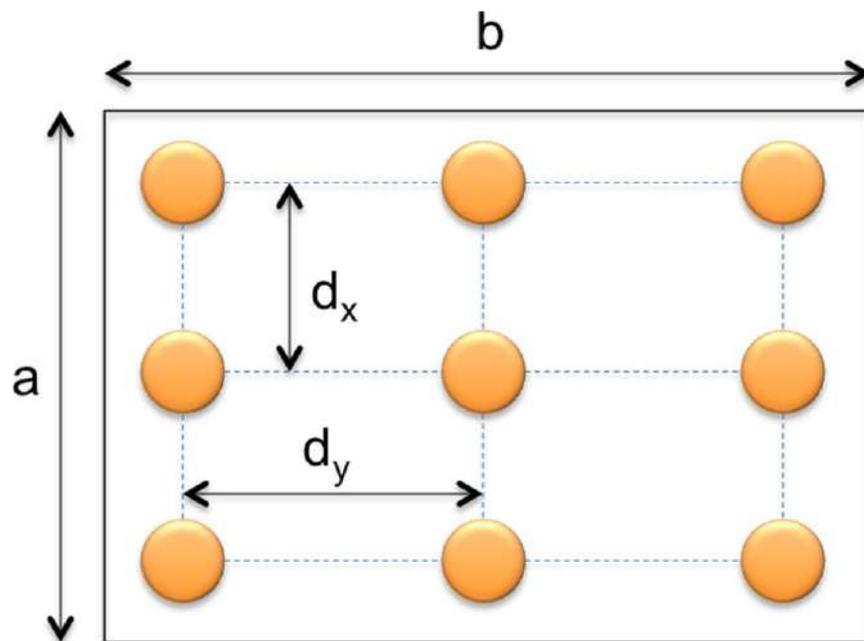


Ilustración 12 - Esquema de emplazamiento de luminarias. Fuente: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/disenioProyecto-predimensionado.php>

PASOS PARA REALIZAR UN CÁLCULO LUMINOTÉCNICO, APLICANDO EL MÉTODO DE LUMEN

Paso 1: Determine la altura de la luminaria sobre el plano de trabajo.

Para realizar este paso, se requiere de datos de entrada que el profesional debe considerar para determinar todo lo que se va a necesitar en el presupuesto, entre los datos están:

- Altura del plano de trabajo.
- Altura del techo. (h')
- Establezca la altura que hay entre la altura máxima del techo y la distancia hacia dónde se va a montar la luminaria.
- Identifique el ancho (a) y largo del local (b).
- Clasifique el tipo de edificación y factor de mantenimiento del mismo. (Anexo #4).
- Depure si es necesario, la cantidad de iluminación natural existente, esto con el objetivo de obtener un nivel de iluminación requerido.
- Todo el proceso de esta investigación se acotó a un tipo de iluminación **Semidirecta**.
- Calcule la distancia vertical entre la lámpara y el plano de trabajo. (h). Esto será igual a la altura del techo $h' - (PT + d')$.

Paso 1 - Determinar la altura de la luminaria sobre el plano de trabajo.

Altura del Plano de Trabajo (PT)	0.76	76	cms
Altura del Techo al montaje de la luminaria (d')	3	100	cms
Altura del techo (h')	5.26	526	cms
Largo del local (b)	30	3000	cms
Ancho del Local (a)	12	1200	cms
Factor de Mantenimiento (Coeficiente de Conservación)	Bueno	0.7	(Fm)
Tipo de Edificación	DORMITORIOS		
Nivel de iluminación recomendado en Lux (Id)	150		Lux
Iluminación Natural en Lux Existente	0		
Nivel de Iluminación Requerido en Lux	150		
Tipo de Iluminación	Semidirecta		
h		350	cms
		3.5	mts

Representa la distancia vertical entre la lámpara y el plano de trabajo.

Ilustración 13 - Paso 1 - proceso de cálculo luminotécnico. Fuente: Docentes Investigadores.

Paso 2: Determine la relación del local.

- a) Utilice la fórmula: Relación del Local (RL) = (ancho x largo) / (h x (ancho + largo)).

Paso 3: Identifique el índice del local.

- a) Tome el valor de RL y búsquelo en la tabla de índice de local (Anexo #5).
 b) El resultado deberá devolverle la letra correspondiente (índice de local) y su punto central.

Paso 2 - Determinar la relación del local.

Relación del Local (RL)	2.448979592
-------------------------	-------------

Paso 3 - Identificar el índice de local.

Indice de Local	D
Punto Central del Local	2.5

Ilustración 14 - Pasos 2 y 3 del proceso de cálculo luminotécnico. Fuente: Docentes Investigadores.

Paso 4: Establezca los factores de reflexión de techos, paredes y suelo.

- a) Establezca el color de los materiales tanto para el techo, el suelo como pared. (Anexo #6). Estos datos servirán para encontrar el coeficiente de utilización.
 b) Para obtener el coeficiente de utilización (cu), se auxiliará de la tabla de coeficientes (Anexo #7), la cuál pivotando el índice de local, factor de reflexión de techo, pared y suelo, permitirá encontrar el factor. Por ejemplo, el índice de local es D y con los valores de reflexión de techo

blanco (80), pared blanca (80) y suelo claro (30), debería devolver un coeficiente de 0.84.

COEFICIENTES DE UTILIZACION											
LUMINARIA	TECHO	80%			50%		80%			50%	
	PARED	80%	50%	30%	80-50%	30%	80%	50%	30%	80-50%	30%
	SUELO	30	30	30	30	30	10	10	10	10	10
SEMI DIRECTA	INDICE DE LOCAL	COEFICIENTES DE UTILIZACION									
	A	0.54	0.28	0.23	0.29	0.21	0.51	0.27	0.23	0.25	0.22
	B	0.65	0.4	0.35	0.37	0.3	0.64	0.39	0.32	0.35	0.29
	C	0.73	0.47	0.39	0.44	0.37	0.7	0.47	0.39	0.44	0.38
	D	0.84	0.56	0.45	0.5	0.44	0.76	0.54	0.46	0.49	0.44
	E	0.9	0.62	0.53	0.56	0.5	0.81	0.59	0.52	0.55	0.49
	F	9.95	0.73	0.64	0.65	0.56	0.87	0.69	0.61	0.63	0.57
	G	1.02	0.82	0.72	0.7	0.65	0.91	0.74	0.68	0.69	0.62
	H	1.04	0.86	0.77	0.74	0.7	0.94	0.78	0.72	0.71	0.66
	I	1.1	0.93	0.85	0.8	0.75	0.96	0.84	0.79	0.75	0.72
	J	1.13	0.99	0.9	0.84	0.79	0.98	0.87	0.83	0.77	0.75

Ilustración 15 - Tabla de coeficiente de utilización, intersección de los valores de reflexión. Fuente: Docente Investigador.

Paso 5: Realice el cálculo de Flujo total de iluminación.

- a) Para calcular el flujo total de iluminación, se requerirá el nivel de lux requerido, el ancho y largo del local, también se requiere el coeficiente de utilización y el factor de mantenimiento, quedando la fórmula de la siguiente manera:
- b) Flujo Total de Iluminación = (Lux Requeridos x ancho x largo) / (factor de mantenimiento x coeficiente de utilización).

Paso 4 - Identificar los factores de reflexión para paredes y techos.

Color de Material	Factor	Nivel S/Tabla
BLANCO	0.85	80
BLANCO	0.85	80
CLARO	0.3	30
0.84		

Factor de Reflexión de Techo (Defecto 0.50)
 Factor de Reflexión de Pared (Defecto 0.30)
 Factor de Reflexión de Suelo (Defecto 0.10)
 Coeficiente de Utilización (Cu)

Paso 5 - Calculo de Flujo Total de Iluminación en Lux.

Flujo Total de Iluminación (QT) **91,836.73**

Ilustración 16 - Pasos 4 y 5 - proceso de cálculo luminotécnico. Fuente: Docentes Investigadores.

Paso 6: Calcule el número de luminarias a instalar.

- a) Primero se deben tener los datos de la luminaria y su tecnología, datos como flujo luminoso por lámpara, total de watts por lampara, número de lámparas por luminaria.
- b) Se debe calcular el flujo total luminoso de la luminaria (FTL), para ello se multiplica el número de lámparas por el flujo luminoso por lámpara.

- c) Ahora que ya se tiene el flujo total luminoso de la luminaria, se deberá dividir el flujo total de iluminación (QT) entre el flujo total luminoso de la luminaria, esto dará como resultado el número de luminarias a instalar de manera preliminar, ya que ese dato se podrá modificar o ajustar según la experticia del instalador.
- d) Considerando que usamos los datos de una luminaria de tipo Fluorescente, que tiene 40 watts, 4 lámparas y 2500 de flujo luminoso. Deberíamos obtener un total de 9.18 luminarias, sin embargo, no se puede establecer de esa manera de fracciones.

Paso 7: Distribuya la cantidad de luminarias del local.

- a) Para calcular el número de luminarias a lo ancho (NLA), se deberá obtener la raíz cuadrada del producto del número de luminarias y ancho del local, dividido entre el largo del mismo. Los datos de ancho y largo deberán estar expresados en metros.
- b) Para calcular el número de luminarias a lo largo (NLL) se toma el valor de (NLA por el largo del local) dividido entre el ancho del local.
- c) Estos datos nos devolverán la cantidad de luminarias que se deberán colocar tanto en lo ancho (NLA) como en lo largo (NLL), sin embargo se recomienda que el instalador de las luminarias pueda con su experticia ajustarlo a la necesidad del local. Tomando como ejemplo de esta guía, los datos del paso 6 al utilizarlos tendríamos 1.92 luminarias a lo ancho y 4.79 luminarias a lo largo, sin embargo al ajustarlo, podría quedar 2 luminarias a lo ancho y 5 luminarias a lo largo, generando así 10 luminarias, lo cual es un número aceptable a los 9.18 que devolvía el paso 6 de esta guía.

Paso 6 - Número de Luminarias a Instalar.

Tipo de Luminaria	FLUORESCENTES 40 WATT			
Número de Lámparas por Luminaria (n)	4.00			
Watts	40.00	160	Total Watts	
Flujo Luminoso por Lámpara (QL)	2,500.00	10000	Flujo Total de la Lámpara	
Número de Luminarias (NTL)	9.18			

Paso 7 - Distribución de Luminarias en el Local

		Ajustado		
Número de Luminarias a lo ancho (NLA)	1.92	2		
Número de Luminarias a lo largo (NLL)	4.79	5		
	10.00		Aproximación	

Ilustración 17 - Pasos 6 y 7 - proceso de cálculo luminotécnico. Fuente: Docentes Investigadores.

Paso 8: Establezca el emplazamiento entre luminarias.

Para los valores de lo ancho, se deben calcular dos distancias.

- a. La distancia de ancho entre las luminarias, esto es igual a el **ancho del local** entre **NLA** (número de luminarias a lo ancho, recuerde debe ser el valor ajustado (para este ejemplo es el 2)).

- b. La distancia de ancho entre la primera luminaria y la pared a lo ancho, la cual no es más que tomar **la distancia de ancho de las luminarias entre 2**.

Para los valores de lo largo, se debe calcular dos distancias:

- c. La distancia de largo entre las luminarias. Esto es igual al **largo del local entre NLL** (número de luminarias a lo largo). Recuerde debe ser el valor ajustado; para este ejemplo, es 5.
- d. La distancia de largo entre la primera luminaria y la pared a lo largo, la cual no es más que tomar **la distancia de largo de las luminarias entre 2**.

Con esa información, se podrá determinar cómo se colocarán las luminarias en el local, asegurando una calidad de iluminación.

Paso 8 - Emplazamiento entre luminarias (Separación)

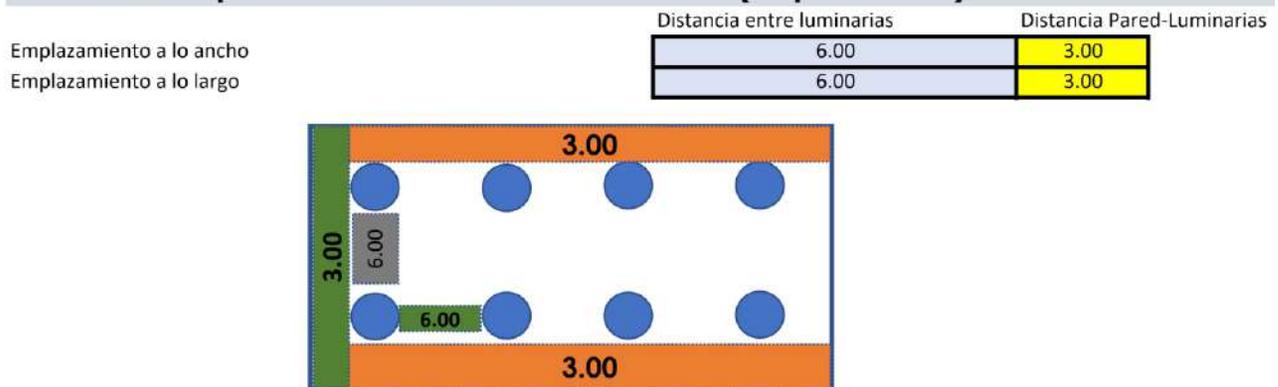


Ilustración 18 - Paso 8 - emplazamiento entre luminarias. Fuente: Docentes Investigadores.

Paso 9: Determine el material sugerido.

Para lograr un estimado de material por instalación de luminarias, se han considerado aspectos tales como:

- a. 10% de desperdicio por curvas o cortes.
- b. 120cm de altura para tuberías, ductos y conductores.
- c. La potencia máxima por switch es de 1440 watts.

Considerando esos valores por defectos, se ha determinado calcular los siguientes materiales:

- d. Cantidad de lámparas por switch. Esto será igual a la división de la potencia máxima por Switch entre el total de watts por luminaria, es decir, $1440 \text{ w} / 160 \text{ w}$ del total de watts del tipo de luminaria.
- e. Cantidad de interruptores por switch 15AM / 120V. Esto será igual al número de luminarias entre la cantidad de lámparas por switch.

- f. Cantidad de protecciones termomagnéticas. esto será igual a la potencia máxima por Switch entre el total de watts por luminaria, es decir, 1440 w / 160 w del total de watts del tipo de luminaria.
- g. Cantidad de breakers por switch 15AM / 120V. Esto será igual al número de luminarias entre la cantidad de lámparas por switch.
- h. Tablero monofásico: cantidad mínima de circuitos, que será igual al total de breakers + 2.
- i. Capacidad interruptiva mínima en amperios. Será igual al número de luminarias por el total de watt entre 240, todo eso multiplicado por 1.25.
- j. Metros de Tuberías y Ductos. Esto será igual a la altura del local menos la altura para tuberías más el largo más el ancho del local, todo eso multiplicado por la cantidad de interruptores por switch. Ese resultado se deberá multiplicar por el porcentaje de desperdicio, para este caso será 1.10.
- k. Metros de conductores. Esto será igual a la altura del local menos la altura para tuberías más el largo más el ancho del local, todo eso multiplicado por la cantidad de interruptores por switch. Ese resultado se deberá multiplicar por el porcentaje de desperdicio, para este caso será 1.10. Por último, todo ese resultado se multiplica por 2 que representan la cantidad de hilos conductores.

Paso 9 - Material Sugerido para la instalación de luminarias			
Factores de desperdicio por curvas y cortes	10%		
	Altura cm	metros	mt
Tuberías y Ductos	120	102	1.2
Conductores	120	203	1.2
Watts			
Potencia Máxima por Switch	1440.00	Cantidad de Interruptores (15AM/120V)	
Cantidad de Lámparas por Switch	9.00	2.00	
		Breaker (15AM/120V)	
Calcular protecciones termomagnéticas	9.00	2.00	
Tablero Monofásico	4.00	8	
	Cantidad Minima de Circuitos	Capacidad Interruptiva en Amperios (Mínimo)	Voltaje de Operación 120/240 Voltios

Ilustración 19 - Cálculos de material sugerido en el paso 9. Fuente: Docentes Investigadores.

COD	Descripción	Cantidad	Presentación	Precio	Subtotal
1	dado termico (S/R)	9.00	UNIDAD	\$ 5.00	\$ 45.00
2	Interruptor (S/R)	9.00	UNIDAD	\$ 3.00	\$ 27.00
3	Caja Cuadrada (4x4)	2	UNIDAD	\$ 2.00	\$ 4.00
4	Caja Redonda Octagonal	10.00	UNIDAD	\$ 1.00	\$ 10.00
5	Tapadera Cuadrada	2	UNIDAD	\$ 1.00	\$ 2.00
6	Tapadera Octagonal	10.00	UNIDAD	\$ 0.50	\$ 5.00
7	Poliducto	102	METROS	\$ 0.40	\$ 40.80
8	Conector (S/R)	10.00	UNIDAD	\$ 0.50	\$ 5.00
9	Conductor (S/R)	203	METROS	\$ 1.75	\$ 355.25
10	Lampara FLUORESCENTES 40 WATT	10.00	UNIDAD	\$ 12.00	\$ 120.00
11	barra cooperweld 5/8x8ft	2	UNIDAD	\$ 10.00	\$ 20.00
12	cepo para barra cooperweld 5/8	2	UNIDAD	\$ 2.00	\$ 4.00
13	Tablero Monofasico Ckts Minimos: 4 Cap. Interruptiva en Amperios Minimo 8.33 Voltaje de Operación 120/240 Voltios	1	UNIDAD	\$ 40.00	\$ 40.00
14	Conductor Alimentador para tablero y red a tierra	26.27	METROS	\$ 1.25	\$ 32.84
15	Caja Rectangular (4x2)	2.00	UNIDAD	\$ 3.00	\$ 6.00
16	Placa Rectangular (S/R)	2.00	UNIDAD	\$ 3.00	\$ 6.00

TOTAL DE MATERIALES		\$ 722.89
% MANO DE OBRA	40%	\$ 289.15
% COSTOS INDIRECTOS	75%	\$ 216.87
% UTILIDAD	30%	\$ 303.61
TOTAL A COBRAR		\$ 1,532.52

Ilustración 20 - Lista de materiales sugeridos para el cálculo luminotécnico.

Fuente: Docentes Investigadores.

6. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué se hizo?

El proyecto se creó a partir de una **investigación en conjunto** entre especialistas de las ramas de **ingeniería** en desarrollo de software, ingeniería eléctrica y personal administrativo y operativo del área eléctrica. Específicamente, se enfocó en la construcción de presupuestos para proyectos de iluminación de interiores. Dicha investigación consistió en usar la experiencia de estos últimos para proponer un diseño de software que permita al sector de profesionales electricistas tener una herramienta para realizar estimaciones presupuestarias siguiendo las normas nacionales e internacionales sobre las que se rigen.

¿Qué se investigó?

Se realizó una investigación sobre los procesos manuales o semi digitales que tiene la organización en áreas presupuestarias de cálculos luminotécnicos, con el objetivo de realizar un diagnóstico que de paso a la generación de una herramienta de software intuitiva y fácil de usar.

Se realizó un trabajo conjunto entre expertos en electricidad e ingeniería en desarrollo de software:

- Ing. Luis Humberto Rivas Rodríguez (desarrollador de software, docente investigador por parte de la Escuela de Ingeniería en Computación de ITCA San Miguel).
- Téc. Fermin Osorio Gómez (técnico electricista, co-investigador por parte de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de ITCA San Miguel).
- Profesionales independientes del sector eléctrico, así como también docentes del área de electricidad de ITCA-FEPADE Santa Tecla y Santa Ana.

Cada uno de los especialistas aportó su experiencia y experticia para diseñar, automatizar y validar los procesos de cálculos luminotécnicos aplicando el método de lumen en un proyecto de iluminación de interiores.

¿Qué incluyó?

Esta investigación dio como resultado una serie de elementos, entre ellos una metodología para presupuestar proyectos de iluminación de interiores y posteriormente la automatización a través de una aplicación Android, que le permitirá realizar los cálculos necesarios para un presupuesto ajustado siguiendo las normas nacionales e internacionales.

Este software se desarrolló en un ambiente móvil (Android), el cual puede ser usado de forma local en cualquier dispositivo móvil que cuente con un sistema operativo Android en su versión 6 o superior. Entre las características que tiene el software se encuentran las siguientes:

- Acceso de múltiples usuarios dentro de la aplicación.
- Módulos para calcular presupuestos de proyectos de iluminación, aplicando el método de lumen para determinar la cantidad de luminarias.
- Reportes exportables a PDF con el presupuesto generado por la aplicación.
- Acceso a través de la plataforma Android.

El desarrollo de esta aplicación se basó en 6 pasos:

1. Elaboración de la metodología presupuestaria.
2. Elaboración de un modelado de datos.
3. Desarrollo e implementación del sistema.
4. Mantenimiento y pruebas del sistema.
5. Validación de los resultados
6. Presentación de informes.

6.1 Matriz Operacional de la Metodología

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES	RESPONSABLES
Realizar un estudio de sobre los procesos necesarios para la elaboración de cálculos luminotécnicos, volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación de interiores, recintos comerciales y residenciales.	Elaborar requerimientos para cada mecanismo presupuestario de proyectos de iluminación de interiores en recintos comerciales y residenciales. Clasificar los criterios de aceptación para cada área de estudio.	Requerimientos técnicos de software y hardware para cada área (Proyectos de Iluminación en recintos comerciales y residenciales)	<ul style="list-style-type: none"> • Internet. • Entrevista. • Guía de observación. • Material digital. • Controles físicos o documentos oficiales. • Papel bond. • Impresiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Personal administrativo y operativo de MYPES o emprendedores del sector eléctrico. • Téc. Fermín Osorio • Ing. Luis Rivas
Elaborar un modelado de datos relacional para el desarrollo de la aplicación Android.	Construir la estructura de datos del sistema informático. Implementar el modelo de datos en un gestor de base de datos.	Normalización de datos y diccionario técnico. Modelo de datos funcional apegado a los requerimientos del control de cálculos luminotécnicos, volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación de interiores, recintos comerciales y residenciales.	<ul style="list-style-type: none"> • Internet. • Gestor de base de datos. • Navegadores. • Papel bond. • Impresiones. • Software para móviles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes de 2do. Año de Sistemas Informáticos. • Téc. Fermín Osorio • Ing. Luis Rivas
Desarrollar la lógica del funcionamiento del software y sus diferentes áreas.	Diseñar las interfaces de usuario necesarias para interactuar con la base de datos relacional.	Diseño de pantallas y controles para el respectivo uso del sistema (Mockup)	<ul style="list-style-type: none"> • Internet. • IDE (Entorno de Desarrollo). • Navegadores. • Papel bond. • Impresiones. • Software para servidores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes de 2do. Año de Sistemas Informáticos. • Téc. Fermín Osorio • Ing. Luis Rivas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES	RESPONSABLES
	<p>Programar la lógica del software ante los diferentes escenarios presupuestarios.</p>	<p>Software funcional apegado a los requerimientos de cada uno de los procesos presupuestarios de cálculos luminotécnicos, volumen de obra y materiales en el diseño de proyectos de iluminación de interiores, recintos comerciales y residenciales.</p>		
<p>Asesoría y validación de los resultados de la aplicación por parte de Profesionales independientes y personal docente de ITCA Santa Tecla y Santa Ana.</p>	<p>Realizar sesiones de pruebas para determinar la validez de los resultados que genera la aplicación.</p> <p>Capacitar al personal involucrado por las MYPES.</p> <p>Documentar el software desde la perspectiva técnica y de usuario final.</p>	<p>USB con el software y documentación.</p> <p>Manual de usuario</p> <p>Manual del Administrador</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Internet. • Papel bond. • Impresiones. • USB. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes de 2do. Año de Sistemas Informáticos. • Téc. Fermín Osorio • Ing. Luis Rivas

7. RESULTADOS

Alcances

- El proyecto se desarrolló con la participación de docentes, personal administrativo, profesionales independientes, docentes del sector eléctrico con experiencia en proyectos de iluminación y estudiantes de la carrera de Técnico en Ingeniería de Sistemas Informáticos.
- Este proyecto se desarrolló en asocio colaborativo con profesionales independientes del sector eléctrico y docentes de otras sedes de ITCA FEPAD: Santa Tecla y Santa Ana. Ellos actuaron como entes validadores de la solución informática, acorde con las necesidades identificadas en la elaboración de presupuestos de cálculos luminotécnicos para interiores.
- Se pueden configurar diferentes tecnologías de iluminación para que posteriormente se puedan crear los presupuestos que se requieran según las tecnologías.
- Permite presupuestar en un solo proyecto múltiples ubicaciones de cálculos luminotécnicos.
- La aplicación puede ser instalable en cualquier equipo con sistema operativo Android 6.0 o superior.
- Aplicación validada con datos y resultados confiables, la cual puede ser replicado para utilizarse como herramienta de ayuda a los micros, pequeños o emprendedores del sector eléctrico.

Resultados obtenidos

Al final de este proceso de investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Aplicación móvil Android con módulo presupuestario de proyectos de iluminación de interiores, esta contiene las siguientes funcionalidades:
 - **Gestión de Presupuestos:** permite gestionar los presupuestos de material y obra calculados por el usuario, permitiendo filtrar entre los presupuestos completados, así como los que tenga en proceso o en borrador.
 - **Gestión de Clientes:** permite gestionar la cartera de clientes con los que va a contar el usuario, permitiendo hacer acciones rápidas como enviar un correo electrónico, realizar una llamada e incluso enviar mensajes por medio de la aplicación de WhatsApp.
 - **Gestión de Tecnologías:** permite registrar diferentes tecnologías de iluminación, esto con el objetivo posterior de poder presupuestar según las especificaciones técnicas de dichas tecnologías. De esta forma el cliente puede elegir aquel presupuesto que más se apegué a su capacidad financiera.

- **Gestión de Productos o Materiales:** aquí se puede encontrar un listado por defecto de materiales que se pueden ocupar de manera sugerida por la aplicación, según el cálculo luminotécnico aplicado, sin embargo, el usuario podrá hacer los ajustes que considere conveniente, incluyendo nuevos elementos.
 - **Configuración Global:** permite crear un perfil de la MYPE, emprendedor o el técnico electricista como usuario con su nombre, correo electrónico, y número de celular. Le permite cambiar datos según conveniencia, para adaptar un resultado según sea necesario. Puede cambiar valores de costos indirectos, margen de ganancia según la utilidad esperada y el costo de mano de obra, para que a la hora de generar un archivo pdf, se identifique el creador como el cliente y los detalles exactos del presupuesto.
 - **Generación de Cotizaciones, Costeos y Presupuestos:** estos documentos oficiales que genera la aplicación le permiten al usuario poder revisar sus costos, poder cotizar a proveedores y poder enviar presupuestos a sus clientes, simplemente con un par de clic en su teléfono.
-
- Documentación Técnica y Operativa



Ilustración 21 – Icono principal de la aplicación. Fuente: Docente Investigador.



Ilustración 22 - Pantalla Inicial de la aplicación móvil. Fuente: Docente Investigador.



Ilustración 23 - Pantalla Principal. Fuente: Docente Investigador.

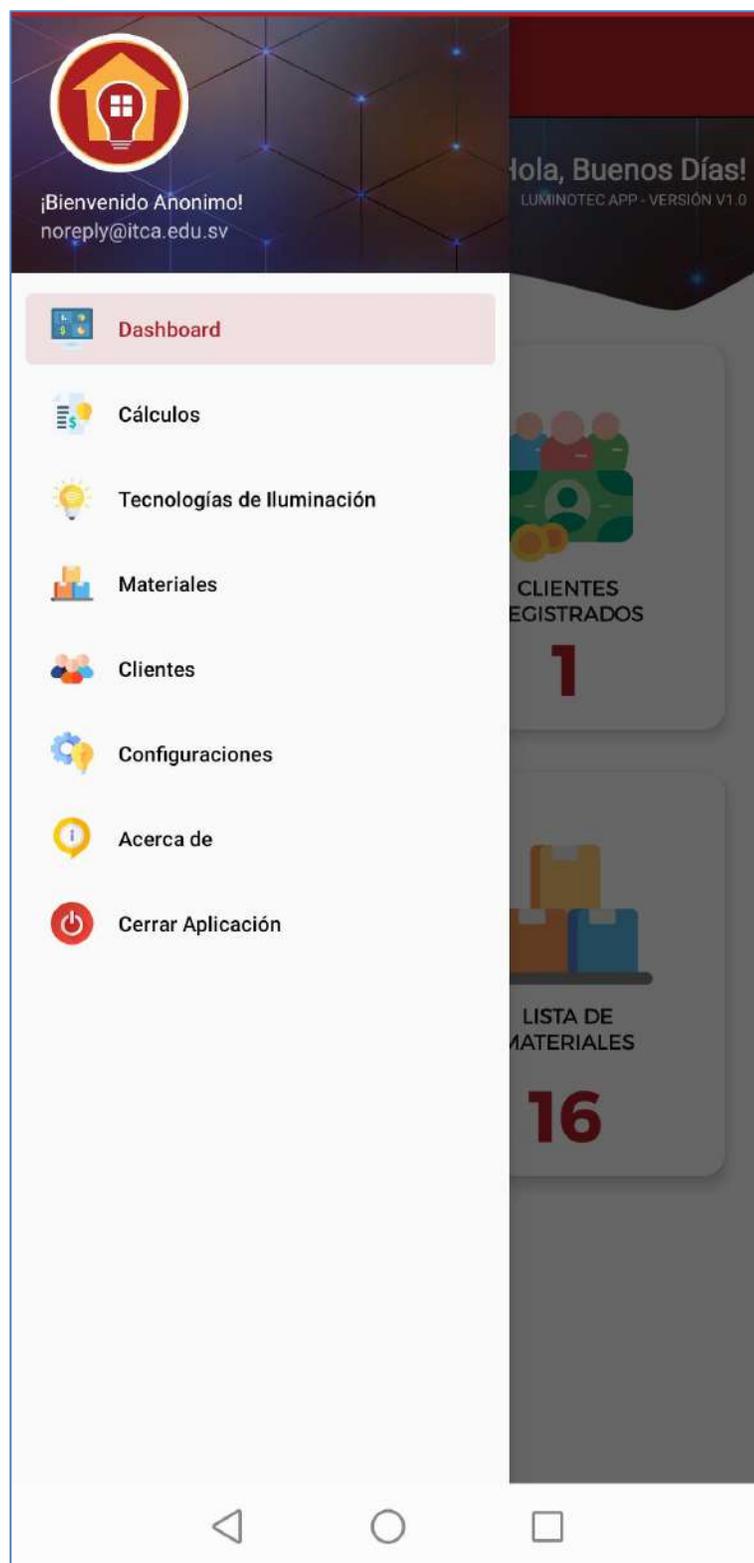


Ilustración 24 - Menú Principal de la Aplicación. Fuente: Docente Investigador.

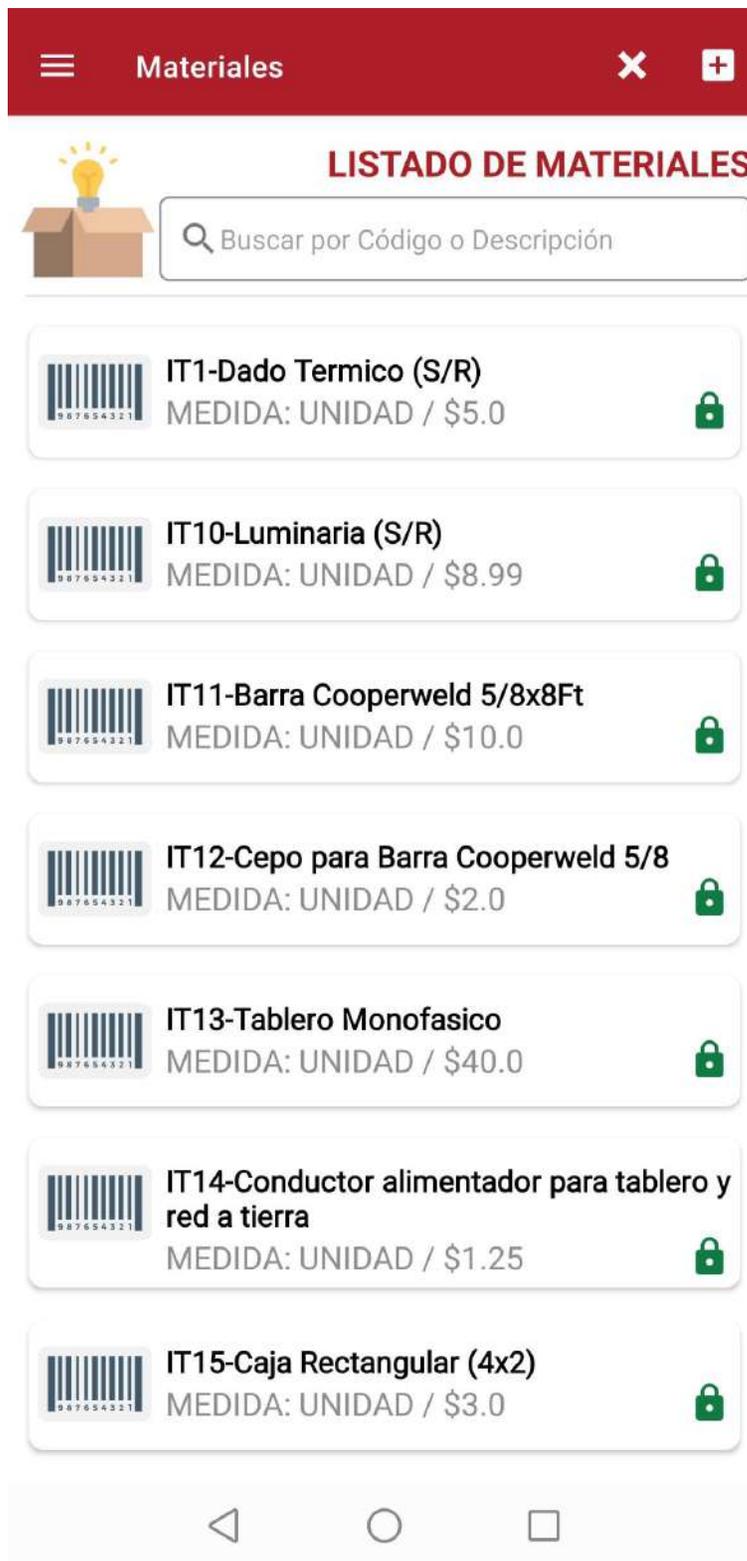


Ilustración 25 - Manejo de Materiales. Fuente: Docente Investigador.

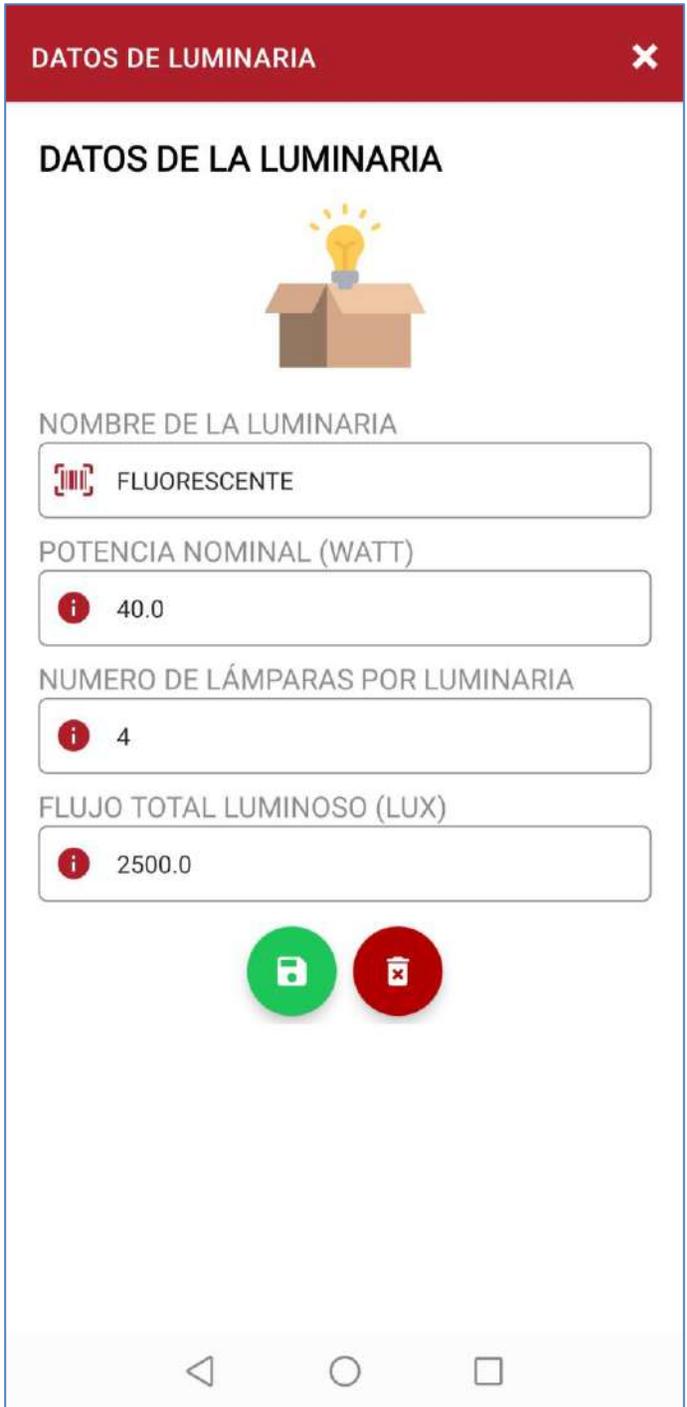
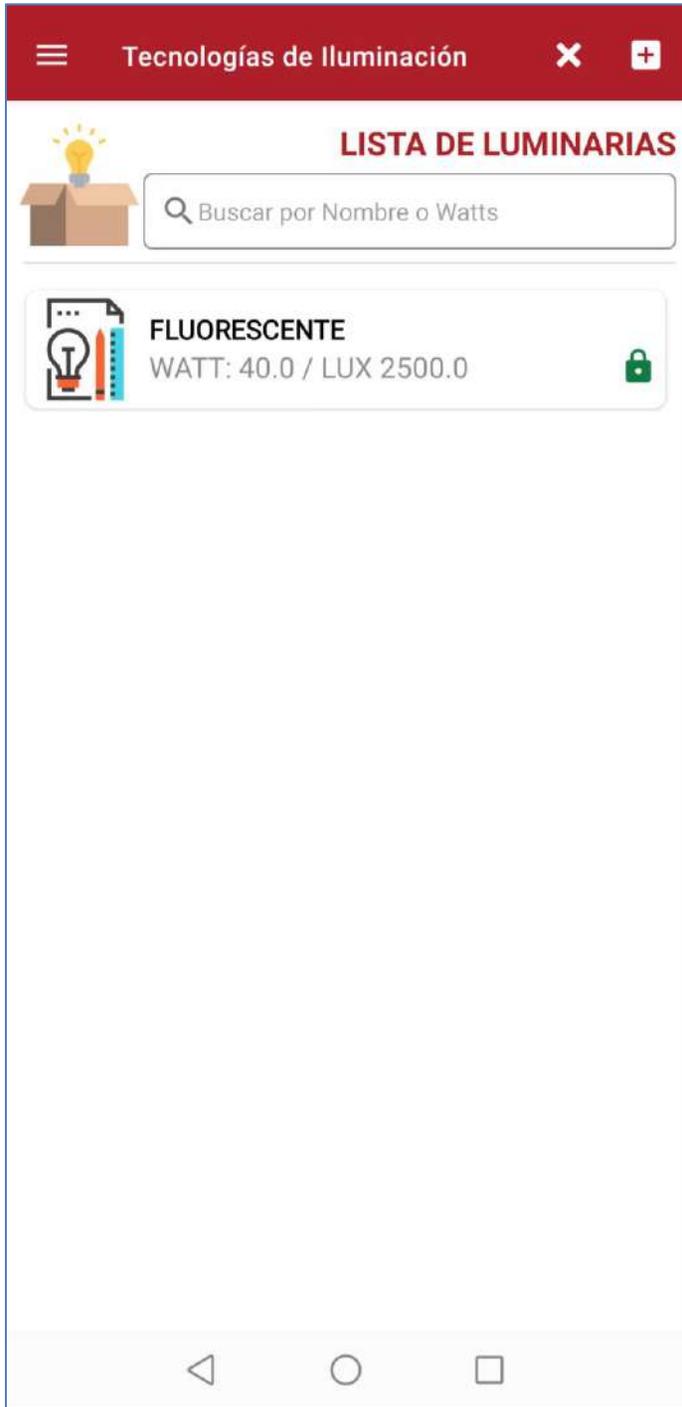


Ilustración 26 – Manejo de Tecnologías de Iluminación. Fuente: Docente Investigador. (Izquierda)

Ilustración 27 - Datos de la tecnología de iluminación. Fuente: Docente Investigador. (Derecha)

☰ Dashboard
✕

DATOS PERSONALES

CORREO

luis.rivas@itca.edu.sv

TELÉFONO

76835390

NOMBRE COMPLETO

Luis Rivas

CONFIGURACIÓN DE IMPUESTOS

IVA	MANO DE OBRA
13.0	40.0
COSTOS INDIRECTOS	UTILIDAD
75.0	30.0

GUARDAR CAMBIOS

◀
○
□

Ilustración 28 – Configuraciones Globales. Fuente: Docente Investigador.

PRESUPUESTO #1
✕

GENERALIDADES DEL PRESUPUESTO
DETALLE DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

i

NOMBRE DEL CLIENTE

+

FECHA DEL PRESUPUESTO

📅

+

Estatus: Borrador

NOTAS ADICIONALES

i

Notas Adicionales

[RESUMEN DE PRESUPUESTO]

TOTAL DE MATERIALES	\$0.00
TOTAL MANO DE OBRA Y OTROS	\$0.00
TOTAL PRESUPUESTO	\$0.00

Generar solo cotización

📁
PDF
✕

◀
○
□

Ilustración 29 - Generalidades de Presupuestos. Fuente: Docente Investigador.

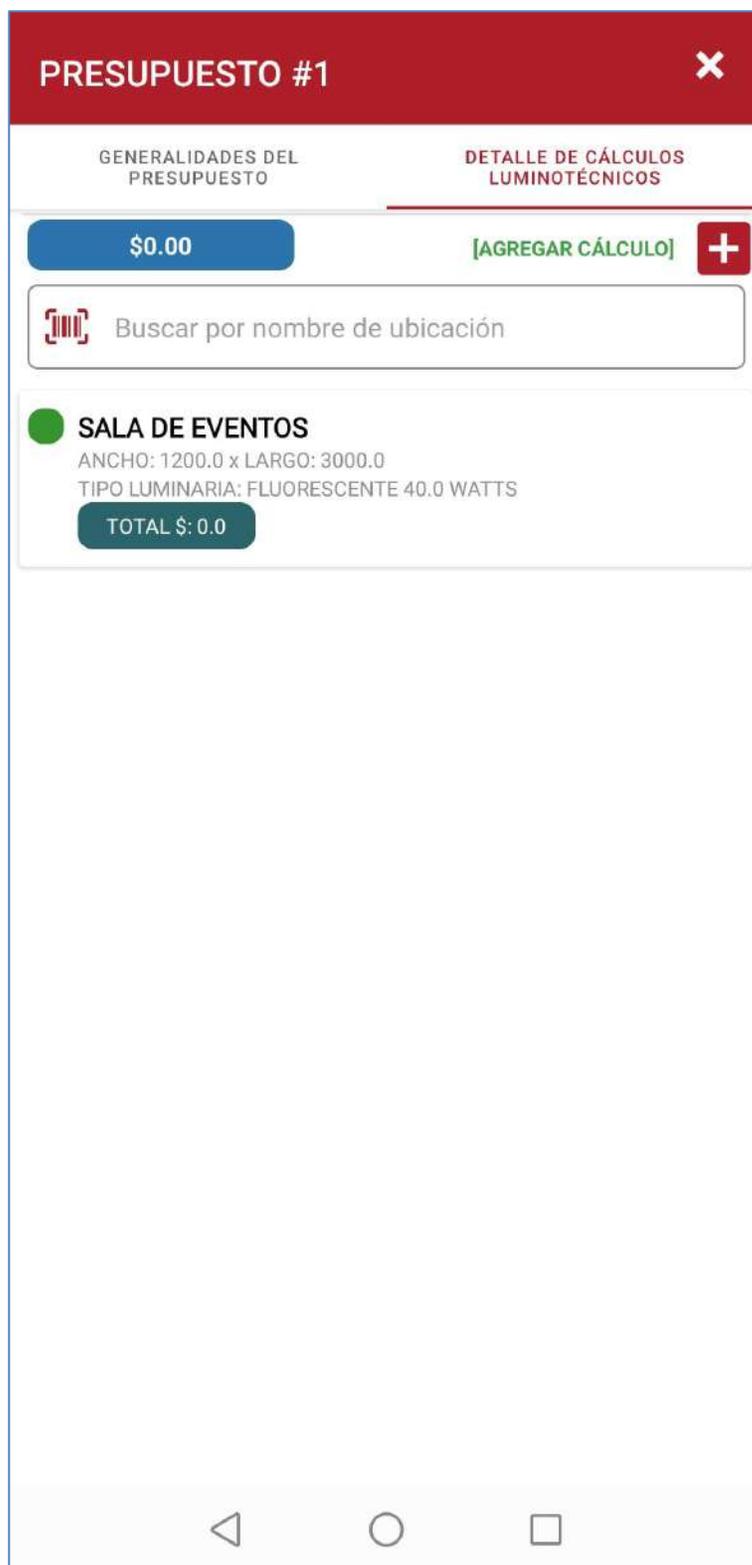


Ilustración 30 – Detalles de Cálculos en Presupuestos. Fuente: Docente Investigador.



“DISEÑO DE HERRAMIENTA DIGITAL INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS, VOLUMEN DE OBRA Y MATERIALES EN EL DISEÑO DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES, RECINTOS COMERCIALES Y RESIDENCIALES EN BENEFICIO DEL SECTOR TÉCNICO ELECTRICISTA DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR.”

VERSIÓN: 1.0	FECHA DE ELABORACIÓN: 8/12/2022
---------------------	--

ELABORADO POR:	
1	ING. LUIS HUMBERTO RIVAS RODRÍGUEZ, MBA. (DOCENTE INVESTIGADOR)
2	TÉC. FERMIN OSORIO GÓMEZ (DOCENTE COINVESTIGADOR)

APROBADO POR:	
1	LIC. MARIO ALSIDES VÁSQUEZ CRUZ (DIRECTOR CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL)

Ilustración 31 – Manual de Usuario. Fuente: Docente Investigadores.



MANUAL DEL ANALISTA Y ADMINISTRADOR

"DISEÑO DE HERRAMIENTA DIGITAL INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS, VOLUMEN DE OBRA Y MATERIALES EN EL DISEÑO DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES, RECINTOS COMERCIALES Y RESIDENCIALES EN BENEFICIO DEL SECTOR TÉCNICO ELECTRICISTA DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR."

VERSIÓN: 1.0	FECHA DE ELABORACIÓN: 8/12/2022
--------------	---------------------------------

ELABORADO POR:	
1	ING. LUIS HUMBERTO RIVAS RODRÍGUEZ, MBA. (DOCENTE INVESTIGADOR)
2	TÉC. FERMIN OSORIO GÓMEZ (DOCENTE COINVESTIGADOR)

APROBADO POR:	
1	LIC. MARIO ALSIDES VÁSQUEZ CRUZ (DIRECTOR CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL)

Ilustración 32 - Manual de Analista y Administrador. Fuente: Docente Investigadores.

8. CONCLUSIONES

1. El desarrollo y uso de una herramienta digital permite automatizar los procesos de costos, clientes y presupuestos, lo que puede volver más eficiente el cálculo, el control de los insumos, la gestión de los gastos y la eficiencia del recurso humano de los emprendedores o profesionales del sector eléctrico, generando un impacto en la calidad del servicio para los clientes y en el medio ambiente.
2. El diseño del modelado de datos relacional del sistema informático permite su adaptación a los cambios, gracias al funcionamiento lógico del sistema, permitiendo de esta manera utilizarse en un futuro ante nuevas versiones y tecnologías sin afectar su rendimiento.
3. La capacitación adecuada y la apropiación de la herramienta, le permitirá al profesional o emprendedor del sector eléctrico poder aumentar su productividad y mejorar la calidad del servicio brindado a la comunidad o clientes.

9. RECOMENDACIONES

1. Adopte un enfoque de cultura presupuestaria. Al realizar cálculos luminotécnicos de manera regular, el emprendedor o profesional del sector eléctrico estará cultivando una cultura de evaluación y mejora continua en su trabajo. Esto le permitirá medir su productividad y calidad del servicio, y, además, servirá como modelo a seguir para otros profesionales del sector. Al adoptar esta cultura presupuestaria, se podrá replicar un enfoque sostenible y eficiente en el futuro, y reducir el impacto ambiental de manera positiva.
2. Utilice la aplicación móvil de manera estratégica. Inicialmente, la aplicación móvil funcionará como una base de datos portátil en el dispositivo del emprendedor o profesional. Sin embargo, se recomienda a mediano plazo una actualización de la aplicación para que pueda adoptar un enfoque híbrido, trabajando de manera local y respaldando los datos en la nube. De esta manera, se aprovechará al máximo las ventajas de la tecnología móvil y se mantendrá una copia de seguridad en línea para mayor protección y accesibilidad.
3. Los buenos resultados de la aplicación dependerán del buen uso que se le dé y de los datos actualizados, por lo que se recomienda mantener los costos de los productos actualizados para no tener márgenes de utilidad distintos de la realidad.

10. GLOSARIO

ANDROID: es el nombre del sistema operativo que emplean diferentes dispositivos inteligentes (Smartphone, SmartTV, Tablets, entre otros).

APLICACIÓN: es un programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de tareas.

BACKUP: es una copia de los datos originales que se realiza para tener un medio para recuperarlos si se pierden.

CD-ROM: Compact Disc - Read Only Memory, es un prensado disco compacto que contiene los datos de acceso, pero sin permisos de escritura, un equipo de almacenamiento.

CGI: término en inglés para «Interfaz de entrada común», una tecnología que se usa en los servidores web

HTML (Siglas en inglés de HyperText Markup Language): es un lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Es un lenguaje de hipertexto, que permite escribir texto estructurada, compuesto por etiquetas, que marcan el inicio y el fin de cada elemento del documento.

IDE (Sigla en inglés de Integrated Development Environment): es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Puede dedicarse en exclusiva a un solo lenguaje de programación o bien puede utilizarse para varios.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA: es la realización de una especificación técnica o algoritmos como un programa, componente software, u otro sistema de cómputo. Muchas implementaciones son dadas según a una especificación o un estándar.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA: conjunto de circuitos que tienen como objetivo dotar de energía eléctrica la estructura física de edificios, casas, oficinas entre otros.

INTERFAZ DE USUARIO: son aquellas que incluyen elementos como menús, ventanas, teclado, ratón, los beeps y algunos otros sonidos que la computadora hace, y en general, todos aquellos canales por los cuales se permite la comunicación entre el ser humano y la computadora. La mejor interacción humano-máquina a través de una adecuada interfaz (Interfaz de Usuario), que le brinde tanto comodidad, como eficiencia.

LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN: es un lenguaje formal diseñado para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana. Está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. Al proceso por el cual se escribe, se prueba, se depura, se compila (de ser necesario) y se mantiene el código fuente de un programa informático se le llama programación.

LOGUEAR (INICIAR SESIÓN): es iniciar una sección (Log In) habitualmente mediante un nombre de usuario y contraseña. Puede ser a una red privada, una página de Internet o un sistema de información, una vez logueado se permite el acceso a contenidos referenciales o información privada, ya sea propia o no.

LICENCIA GPL (GENERAL PUBLIC LICENSE): es una licencia creada por la Free Software Foundation, que está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

LICENCIAMIENTO DE SOFTWARE: es un contrato entre el licenciante (autor/titular de los derechos de explotación/distribuidor) y el licenciario del programa informático (usuario consumidor /usuario profesional o empresa), para utilizar el software cumpliendo una serie de términos y condiciones establecidas dentro de sus cláusulas.

MEMORIA RAM (RANDOM ACCESS MEMORY): es un tipo de memoria de ordenador a la que se puede acceder aleatoriamente; o sea, cualquier byte de memoria sin acceder a los bytes precedentes. Se utiliza como memoria de trabajo para el sistema operativo, los programas y la mayoría del software. Es allí donde se cargan todas las instrucciones que ejecutan el procesador y otras unidades de cómputo.

MYSQL: es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. Desarrolla como software libre en un esquema de licenciamiento dual. Por un lado, se ofrece bajo la GNU GPL para cualquier uso compatible con esta licencia.

MULTIPLATAFORMA: es un atributo de programas informáticos o métodos y conceptos de cómputo implementados e interoperan en múltiples plataformas informáticas.

NAVEGADOR WEB: es un software que permite acceder a Internet interpretando información de archivos y sitios web para que puedan leerse. La funcionalidad básica de un navegador web es permitir la visualización de documentos de texto, posiblemente con recursos multimedia incrustados.

PHP (HyperText Preprocessor): es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación del lado del servidor que se podían incorporar directamente en el documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procese los datos.

PLATAFORMA INFORMÁTICA: es un sistema que sirve como base para hacer funcionar determinados módulos de hardware o de software con los que es compatible.

PRESUPUESTO: es un plan integrador y coordinado que expresa en términos financieros las operaciones y recursos con los que cuenta una empresa en un proyecto y periodo determinado.

PROCESADOR (MICROPROCESADOR): es el circuito integrado central y más complejo de un sistema informático; a modo de ilustración, se le suele llamar por analogía el “cerebro” de un computador. Es el encargado de ejecutar los programas, desde el sistema operativo hasta las aplicaciones de usuario.

SERVIDOR WEB: es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales y/o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente y generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o Aplicación del lado del cliente. El código recibido por el cliente suele ser compilado y ejecutado por un navegador web.

SGBD (SISTEMA DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS): es un conjunto de programas que permiten almacenar, modificar y extraer la información en una base de datos y agregar, borrar, modificar y analizar los datos. Los usuarios pueden acceder a la información usando herramientas específicas de interrogación y de generación de informes.

SISTEMA DE INFORMACIÓN: es un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso posterior, generados para cubrir una necesidad u objetivo. El sistema de información computacional se utiliza para obtener, almacenar, manipular, administrar, controlar, procesar, transmitir o recibir datos, para satisfacer una necesidad de información.

SISTEMAS OPERATIVOS (SO): es un programa o conjunto de programas que en un sistema informático gestiona los recursos de hardware y provee servicios a los programas de aplicación, ejecutándose en modo privilegiado respecto de los restantes y anteriores próximos y viceversa.

SOFTWARE: es un equipamiento o soporte lógicos de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas. Los componentes lógicos incluyen, entre otras, aplicaciones informáticas; como el procesador de texto, que permite al usuario realizar todas las tareas de edición de textos; el software de sistema, como el sistema operativo.

STAKEHOLDERS: el término agrupa a trabajadores, organizaciones sociales, accionistas y proveedores, entre muchos otros actores clave que se ven afectados por las decisiones de una empresa. Generar confianza con éstos es fundamental para el desarrollo de una organización. Significa también: “participante”, “inversor”, “accionista”. Y es que, desde el punto de vista empresarial, este concepto se utiliza para referirse a los grupos de interés para una empresa.

TENSIÓN ELÉCTRICA: es la magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico (conocida como voltaje) entre dos puntos.

TICS: Tecnologías de Información y Comunicación, son el conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información.

USUARIO: son personas que se conectan al sistema para hacer uso de los servicios que este les proporciona. Dentro de los usuarios del sistema podemos distinguir diferentes perfiles o niveles de usuario (Administrador y Operativo), y dependiendo de dicho nivel poseerá más o menos privilegios en su estancia dentro del sistema.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASOMI, «¿Cuántas microempresas hay en El Salvador?,» ASOCIACIÓN DE ORGANIZACIONES DE MICROFINANZAS, 23 Abril 2019. [En línea]. Available: <http://asomi.org.sv/cuantas-microempresas-hay-en-el-salvador/>.
- [2] DIGESTYC, «Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM),» Dirección General de Estadísticas y Censos, 2021. [En línea]. Available: https://www.bcr.gob.sv/documental/Inicio/vista/PUBLICACION_EHPM_2021.pdf.
- [3] L. A. Villalobos Colato y E. H. Maravilla Carballo, «Identificación y análisis de las principales problemáticas de las MYPES de la Ciudad de San Miguel,» Unidad de Investigación - Facultad de Ciencias Empresariales Universidad Gerardo Barrios, San Miguel, 2019.
- [4] C. N. Ojeda, «Manual de Contabilidad Financiera (1): Conceptos Básicos,» Eduinnova.
- [5] PROESA, «Sector Eléctrico de El Salvador,» Dirección de Mercado Eléctrico., 2016.
- [6] G. E. Harper, El ABC Del Alumbrado Y Las Instalaciones Electricas En Baja Tension, Editorial Limusa S.A. De C.V., 2012.
- [7] World Economic Forum, «Global Information Technology Report 2016,» 28 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/networked-readiness-index/>.
- [8] CONAMYPE, «El Salvador: Estado de Adopción TIC,» *Estrategia para la Inclusión Digital de la MYPE*, p. 7, 01 Noviembre 2016.
- [9] CONAMYPE, «Estrategia para la Inclusión Digital de la MYPE,» *Estrategia para la Inclusión Digital de la MYPE*, 01 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.conamype.gob.sv/wp-content/uploads/2016/11/Estrategia-Digital.pdf>.
- [10] Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTIC), «Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples 2019,» Ministerio de Economía, Ciudad Delgado, 2020.
- [11] FUSADES, «FUSADES inaugura la Semana Global de Emprendimiento 2019,» 13 Julio 2020. [En línea]. Available: <http://fusades.org/contenido/fusades-inaugura-la-semana-global-de-emprendimiento-2019>.
- [12] M. S. Masferrer, «Empleo Informal y Emprendimiento en El Salvador,» San Salvador, 2013.

12.3 ANEXO 3. MANUAL DEL ANALISTA, ADMINISTRADOR Y USUARIO



"DISEÑO DE HERRAMIENTA DIGITAL INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS, VOLUMEN DE OBRA Y MATERIALES EN EL DISEÑO DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES, RECINTOS COMERCIALES Y RESIDENCIALES EN BENEFICIO DEL SECTOR TÉCNICO ELECTRICISTA DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR."

VERSIÓN: 1.0	FECHA DE ELABORACIÓN: 8/12/2022
ELABORADO POR:	
1	ING. LUIS HUMBERTO RIVAS RODRÍGUEZ, MBA. (DOCENTE INVESTIGADOR)
2	TÉC. FERNÁN GOSBORO GÓMEZ (DOCENTE COINVESTIGADOR)
APROBADO POR:	
1	LIC. MARCO ALSIDES VÁSQUEZ CRUZ (DIRECTOR CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL)

"DISEÑO DE HERRAMIENTA DIGITAL INNOVADORA PARA EL DESARROLLO DE CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS, VOLUMEN DE OBRA Y MATERIALES EN EL DISEÑO DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES, RECINTOS COMERCIALES Y RESIDENCIALES EN BENEFICIO DEL SECTOR TÉCNICO ELECTRICISTA DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR."

VERSIÓN: 1.0	FECHA DE ELABORACIÓN: 8/12/2022
ELABORADO POR:	
1	ING. LUIS HUMBERTO RIVAS RODRÍGUEZ, MBA. (DOCENTE INVESTIGADOR)
2	TÉC. FERNÁN GOSBORO GÓMEZ (DOCENTE COINVESTIGADOR)
APROBADO POR:	
1	LIC. MARCO ALSIDES VÁSQUEZ CRUZ (DIRECTOR CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL)

35

12.4 ANEXO 4. CLASIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN

Tabla 1- Clasificación de edificación para determinar lux recomendados.

Fuente: Tomado de El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión. [6]

CLASE DE LOCAL	LUX RECOMENDADO	TIPO
ALMACENES DE MATERIALES MEDIANOS	200	ALMACENES
ALMACENES DE MATERIALES PEQUEÑOS	200	ALMACENES
CABINA DE CARGA Y PASAJEROS	50	ASCENSORES
ACTIVIDADES SOCIALES	50	AUDITORIOS
EXPOSICIONES	300	AUDITORIOS
VESTÍBULOS GENERAL	500	BANCOS
CAJAS, REGISTRO, Y PERFORACIÓN DE TARJETAS	1500	BANCOS
ILUMINACIÓN GENERAL	100	BAÑOS
REGLAMENTADO	500	BASQUETBOL
RECREATIVO	300	BASQUETBOL
SALA DE LECTURA	500	BIBLIOTECAS

CLASE DE LOCAL	LUX RECOMENDADO	TIPO
ESTANTERÍA	300	BIBLIOTECAS
AULAS	700	ESCUELAS
SALAS DE DIBUJOS	1000	ESCUELAS
ZONAS DE ESTACIONAMIENTO	100	GARAJES PARA VEHÍCULOS DE MOTOR
ZONAS PARA REPARACIÓN	1000	GARAJES PARA VEHÍCULOS DE MOTOR
EJERCICIO GENERAL Y RECREATIVOS	500	GIMNASIOS
COMPETENCIAS Y CONCURSOS	500	GIMNASIOS
ILUMINACIÓN GENERAL, BAÑOS, RECAMARA Y RECIBIDOR	100	HOTELES
CORREDORES, ASCENSORES Y ESCALERAS	200	HOTELES
LECTURA Y ÁREAS DE TRABAJO	300	HOTELES
GALERÍA DE ARTE	1100	HOTELES
BILLARES EN MESA	370	HOTELES
ESCAPARATES	1600	HOTELES
QUIRÓFANOS	30000	HOTELES
JOYERÍA	1100	HOTELES
ALTAR	100	IGLESIAS
ILUMINACIÓN GENERAL ÁREAS DE CULTO	150	IGLESIAS
GRABADO DE FOTOGRAFÍA	500	IMPRENTAS
PRENSAS	700	IMPRENTAS
INSPECCIÓN DE COLORES	200	IMPRENTAS
ILUMINACIÓN GENERAL	200	LAVANDERÍA
LECTURA Y TRANSCRIPCIÓN	700	OFICINAS
ÁREAS DE TRABAJO REGULAR	1000	OFICINAS
CONTABILIDAD Y AUDITORIA Y MAQUINAS CALCULADORAS	1500	OFICINAS
DIBUJOS BURDOS	1500	OFICINAS
CARTOGRAFÍA, DISEÑO Y DIBUJO FINO	2000	OFICINAS
PINTURA POR ASPERSIÓN	500	PINTURA
PINTURA FINA, ACABADOS Y PRUEBA	1000	PINTURA
TRABAJO DE BANCOS BURDOS	500	TALLERES MECÁNICOS
TRABAJO DE BANCO MEDIO, PULIDO Y RECTIFICADO	1000	TALLERES MECÁNICOS
PASILLO ALMACÉN	300	TIENDAS
VENTAS EN MOSTRADOR	1000	TIENDAS
VENTAS EN AUTOSERVICIO	2000	TIENDAS
SALÓN DE BAILE	65	TIENDAS
BOLICHES	300	TIENDAS
EXPOSICIONES	1500	TIENDAS

CLASE DE LOCAL	LUX RECOMENDADO	TIPO
JUEGOS INTERIORES	540	TIENDAS
RELOJERÍA	1100	TIENDAS
ZONAS DE CIRCULACIÓN, PACILLOS	100	ZONAS GENERALES DE EDIFICIOS
ESCALERAS, ESCALERAS MÓVILES, PACILLOS, ROPEROS, LAVABOS, ALMACENES Y ARCHIVOS	150	ZONAS GENERALES DE EDIFICIOS
AULAS	400	CENTROS DOCENTES
LABORATORIOS	400	CENTROS DOCENTES
BIBLIOTECA	500	CENTROS DOCENTES
SALA DE ESTUDIO	500	CENTROS DOCENTES
OFICINAS NORMALES, MECANOGRAFIADO	500	OFICINAS
SALA DE PROCESO DE DATOS	500	OFICINAS
SALA DE CONFERENCIAS	500	OFICINAS
GRANDES OFICINAS	750	OFICINAS
SALAS DE DELINEACIÓN CAD/CAM/CAE	750	OFICINAS
COMERCIO TRADICIONAL	500	COMERCIO
GRANDES SUPERFICIES	750	COMERCIO
SUPERMERCADOS	750	COMERCIO
SALONES DE MUESTRA	750	COMERCIO
TRABAJOS CON REQUERIMIENTOS VISUALES LIMITADO	300	INDUSTRIA EN GENERAL
TRABAJOS CON REQUERIMIENTOS VISUALES NORMALES	750	INDUSTRIA EN GENERAL
TRABAJOS CON REQUERIMIENTOS VISUALES ESPECIALES	1500	INDUSTRIA EN GENERAL
DORMITORIOS	150	VIVIENDA
CUARTOS DE ASEO	150	VIVIENDA
CUARTOS DE ESTAR	300	VIVIENDA
COCINA	150	VIVIENDA
CUARTOS DE TRABAJO O DE ESTUDIO	450	VIVIENDA

12.5 ANEXO 5. TABLA - ÍNDICE DE LOCAL

Tabla 2 - Índice de local. Fuente: Tomado de El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión. [6]

ÍNDICE DE LOCAL	MÍNIMO	MÁXIMO	P. CENTRAL
J	0.000	0.699	0.6
I	0.700	0.899	0.8
H	0.900	1.119	1
G	1.120	1.379	1.25
F	1.380	1.749	1.5
E	1.750	2.249	2
D	2.250	2.749	2.5
C	2.750	3.499	3
B	3.500	4.499	4
A	4.500	100000.000	5

12.6 ANEXO 6. TABLA - COLORES Y VALORES DE REFLEXIÓN

3 COLOR DEL MATERIAL	INICIO	FIN
MORTERO CLARO	0.35	0.55
MORTERO OSCURO	0.20	0.30
HORMIGÓN CLARO	0.30	0.50
HORMIGÓN OSCURO	0.15	0.25
ARENISCA CLARA	0.30	0.40
ARENISCA OSCURA	0.15	0.25
LADRILLO CLARO	0.30	0.40
LADRILLO OSCURO	0.15	0.25
MÁRMOL BLANCO	0.60	0.70
GRANITO	0.15	0.15
MADERA CLARA	0.30	0.50
MADERA OSCURA	0.10	0.25
ESPEJO DE VIDRIO PLATEADO	0.80	0.90
ALUMINIO MATE	0.55	0.60
ALUMINIO ANONADIZO ABRILLANTADO	0.80	0.85
ACERO PULIDO	0.55	0.65
BLANCO	0.70	0.85
TECHO ACÚSTICO SEGÚN ORIFICIO	0.50	0.65
GRIS CLARO	0.40	0.50
GRIS OSCURO	0.10	0.20
NEGRO	0.03	0.07
CREMA AMARILLO CLARO	0.50	0.75
MARRÓN CLARO	0.30	0.40

3 COLOR DEL MATERIAL	INICIO	FIN
MARRÓN OSCURO	0.10	0.20
ROSA	0.45	0.65
ROJO CLARO	0.30	0.50
ROJO OSCURO	0.10	0.20
VERDE	0.10	0.20
VERDE CLARO	0.40	0.45
AZUL OSCURO	0.05	0.15
NEGRO	0.00	0.00
AZUL CLARO	0.40	0.55

REFLEXIÓN TECHO	INICIO	FIN	VALOR
BAJO	0.00	50.00	50.00
MEDIO	50.01	79.99	80.00
ALTO	80.00	100.00	80.00

REFLEXIÓN PARED	INICIO	FIN	VALOR
BAJO	0.00	30.00	30.00
MEDIO	30.01	65.00	50.00
ALTO	65.01	100.00	80.00

REFLEXIÓN SUELO	VALOR
CLARO	30.00
OSCURO	10.00

12.7 ANEXO 7. TABLA – COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN 4 COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN

LUMINARIA	TECHO	80%			50%		80%			50%	
	PARED	80%	50%	30%	80-50%	30%	80%	50%	30%	80-50%	30%
	SUELO	30	30	30	30	30	10	10	10	10	10
SEMI DIRECTA	ÍNDICE DE LOCAL	COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN									
	A	0.54	0.28	0.23	0.29	0.21	0.51	0.27	0.23	0.25	0.22
	B	0.65	0.4	0.35	0.37	0.3	0.64	0.39	0.32	0.35	0.29
	C	0.73	0.47	0.39	0.44	0.37	0.7	0.47	0.39	0.44	0.38
	D	0.84	0.56	0.45	0.5	0.44	0.76	0.54	0.46	0.49	0.44
	E	0.9	0.62	0.53	0.56	0.5	0.81	0.59	0.52	0.55	0.49
	F	9.95	0.73	0.64	0.65	0.56	0.87	0.69	0.61	0.63	0.57
	G	1.02	0.82	0.72	0.7	0.65	0.91	0.74	0.68	0.69	0.62
	H	1.04	0.86	0.77	0.74	0.7	0.94	0.78	0.72	0.71	0.66
	I	1.1	0.93	0.85	0.8	0.75	0.96	0.84	0.79	0.75	0.72
	J	1.13	0.99	0.9	0.84	0.79	0.98	0.87	0.83	0.77	0.75

SEDE CENTRAL Y CENTROS REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro centros regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1. SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400

2. CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348

3. CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y 2334-0768

4. CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298

5. CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

www.itca.edu.sv



ISBN: xxx-xxxx-xx-xx-x (Impreso)
ISBN: xxx-xxxx-xx-xx-x (E-book)