



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL ANÁLISIS  
DE PRECIOS UNITARIOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en  
Sistemas Eléctricos de Potencia

**Autor:**

Tonato Espín Rubén Darío

**Tutor:**

Pesantez Palacios Gabriel Napoleón

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo Rubén Darío Tonato Espín declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **Desarrollo de una Herramienta Informática para el Análisis de Precios Unitarios en Sistemas de Distribución**, siendo el MSc. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rubén Darío Tonato Espín', positioned above a horizontal line.

Rubén Darío Tonato Espín

C.C. 050401258-4



## AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.”**, de : TONATO ESPÍN RUBÉN DARÍO, de la carrera INGENIERÍA ELÉCTRICA, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto, 2022

El Tutor

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Gabriel Pesantez', is written over a horizontal line.

MsC. Gabriel Pesantez

C.I: 0301893889



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, el postulante: TONATO ESPÍN RUBÉN DARÍO con el título de Proyecto de titulación: DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 26 de agosto del 2022

Para constancia firman:

Lector 1

MSc. Diego Leonardo Jiménez Jiménez  
CC: 050349370-2

Lector 2

MSc. Jessica Nataly Castillo Fiallos  
CC: 060459021-6

Lector 3

Msc. Edgar Roberto Salazar Achig  
CC: 050284761-9



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por siempre contribuir con su apoyo, tanto económico como moral, a mi familia por hacer de esta trayectoria algo totalmente estable y llevadero, a los docentes en general que supieron compartir e impartir conocimientos de gran ayuda en el transcurso de mí carrera, por siempre ser incondicionales en todo aspecto.

De la misma importancia a mis sobrinas, Erika, Lisseth, que son ejemplo de valentía, esfuerzo, hacen de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Eternamente agradecido

***Rubén Darío***



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a mi padre por el ejemplo de perseverancia y constancia que siempre genera al nunca dejar sola nuestra familia, con todas las adversidades que se han presentado siempre está para solucionar los problemas, por ser inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre por ser símbolo de amor incondicional la persona que siempre estará en mis tristezas, alegrías, es un orgullo y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.



## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
2.1. EL PROBLEMA .....	2
2.1.1. Situación problemática .....	2
2.1.2. Formulación del problema .....	2
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	2
2.3. BENEFICIARIOS .....	2
2.3.1. Beneficiarios Directos.....	2
2.3.2. Beneficiarios Indirectos .....	3
2.4. JUSTIFICACIÓN .....	3
2.5. HIPOTESIS .....	3
2.6. OBJETIVOS .....	3
2.6.1. General.....	3
2.6.2. Específicos .....	3
2.7. SISTEMA DE TAREAS .....	3
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	5
3.1. REDES DE DISTRIBUCIÓN .....	5
3.1.1. Circuito Primario .....	5
3.1.2. Circuito Secundario .....	5
3.1.3. Red de Media Tensión .....	6
3.1.4. Transformadores .....	6
3.1.5. BV.....	8
3.1.6. Alumbrado público .....	9
3.1.7. Acometidas y medidores.....	9
3.1.8. Medidores de energía eléctrica .....	10



3.1.9. Protecciones .....	10
3.2. Análisis de precios unitarios .....	12
3.2.1. Ventajas: .....	12
3.2.2. Desventajas .....	12
3.2.3. Componentes del análisis de costos unitarios .....	13
3.3. APUS aplicados a sistemas de distribución .....	17
3.3.1. Materiales para la distribución.....	17
3.3.2. Análisis de los costos de material .....	18
3.3.3. Costo del personal.....	18
3.3.4. Equipos y herramientas.....	19
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
4.1. ESTADO DEL ARTE .....	20
4.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	21
4.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS .....	21
4.3.1. Normativas.....	21
4.3.2. Software .....	21
4.3.3. Síntesis de la información.....	22
4.3.4. Observación .....	22
4.3.5. Obtención de la información.....	22
4.4. CREACIÓN DE LA HERRAMIENTA .....	23
4.4.1. Descripción de la herramienta realizada en Matlab .....	23
4.4.2. Ingreso y selección de datos .....	24
4.4.3. Generación de presupuestos.....	25
4.4.4. Mano de obra .....	28
4.4.5. Materiales.....	29
4.4.6. Transporte .....	30





4.4.7. Metodología para el cálculo de rubros por estructuras .....	33
4.4.8. Cálculo por descripciones .....	36
4.4.9. Metodología de rubros individuales.....	42
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	46
5.1. IMPACTO .....	46
5.2. DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO .....	46
5.3. APLICACIÓN DEL PROGRAMA AL MONTAJE DE UN TRANSFORMADOR .....	47
5.3.1. Comparación de resultados en la aplicación principal.....	50
5.4. APLICACIÓN AL PROYECTO DE RED EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE.....	58
5.4.1. Datos generados .....	58
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	64
6.1. CONCLUSIONES .....	64
6.2. RECOMENDACIONES .....	64
7. BIBLIOGRAFIA .....	66
8. ANEXOS .....	70

### ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1. Sistema de tareas. ....	4
Tabla 3.1. Descripción de materiales con análisis del precio total.....	18
Tabla 3.2. Sueldo por meses según su cantidad. ....	18
Tabla 3.3. Descripción de herramientas. ....	19
Tabla 4.1. Tipos de redes existentes. ....	24
Tabla 4.2. Configuración de opciones en redes aéreas.....	24
Tabla 4.3. Configuración de opciones en redes subterráneas.....	24
Tabla 4.4. Estructura de un rubro completo. ....	25
Tabla 4.5. Descripciones de la estructura del rubro. ....	25
Tabla 4.6. Datos del presupuesto por construir. ....	25
Tabla 4.7. Datos totales del proyecto presupuestado.....	25
Tabla 4.8. Modelo de obra común.....	29
Tabla 4.9. Material y esfuerzos admisibles. ....	29



Tabla 4.10. Descripción de materiales con comparaciones de precios. ....	35
Tabla 4.11. Formulario para descripción de herramientas y equipos.....	35
Tabla 4.12. Formulario para descripción de la mano de obra. ....	35
Tabla 5.1. Materiales con la unidad, cantidad y precio unitario.....	47
Tabla 5.2. Mano de obra requerido para la construcción. ....	48
Tabla 5.3. Equipos utilizados para el proyecto ejecutado. ....	48
Tabla 5.4. Resultados de la descripción de mano de obra. ....	48
Tabla 5.5. Resultados obtenidos de la descripción de Equipos. ....	48
Tabla 5.6. Resultados obtenidos de la descripción en materiales.....	49
Tabla 5.7. Resultados del transporte de materiales aplicando el 2%.....	49
Tabla 5.8. Costo total incluidos los costos indirectos. ....	49
Tabla 5.9. Comparación de resultados.....	57
Tabla 5.10. Rubros importados-principal red.....	62
Tabla 5.11. Tabla de descripción de rubros- “punisv” .....	63
Tabla 8.1. Rubro completo de la estructura 1CP .....	70
Tabla 8.2. Rubros generados en el software punisv .....	73
Tabla 8.3. Rubro 01 .....	74
Tabla 8.4. Rubro 02 .....	75
Tabla 8.5. Unidades de propiedad en transformadores de redes aéreas. ....	77
Tabla 8.6. Unidades de propiedad seccionamiento .....	78
Tabla 8.7. Equipos de compensación. ....	78
Tabla 8.8. Postes en redes de distribución.....	79
Tabla 8.9. Salarios del sector de la construcción enero-2022 .....	80
Tabla 8.10. Materiales- conductores y cables.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 3.1. Sistema de distribución de baja tensión [18]. ....	8
Figura 4.1. Procedimiento para el análisis de precios unitarios. ....	27
Figura 4.2. Factores más comunes inmersos en el ámbito laboral [38].....	28
Figura 4.3. Movilización de un tipo de material.....	30
Figura 4.4. Diagrama de flujo del proceso principal. ....	32



Figura 4.5. Archivo generado.....	45
Figura 5.1. Pantalla de inicio.....	50
Figura 5.2. Opciones para medio y bajo voltaje.....	50
Figura 5.3. Pantalla de inicio con respecto al rubro.....	51
Figura 5.4. Selección de la descripción equipos.....	52
Figura 5.5. Datos actualizados en la sección equipos.....	52
Figura 5.6. Selección de la descripción mano de obra.....	53
Figura 5.7. Datos actualizados de la sección mano de obra.....	53
Figura 5.8. Lista de materiales-conectores.....	54
Figura 5.9. Selección de materiales para añadir al rubro.....	55
Figura 5.10. Materiales actualizados.....	55
Figura 5.11. Selección de la descripción transporte.....	56
Figura 5.12. Materiales por transportar.....	56
Figura 5.13. Resultado total del rubro.....	57
Figura 5.14. Importación de datos.....	57
Figura 5.15. Subtotales del transformador autoprotegido 5KVA.....	59
Figura 5.16. Subtotales del poste circular de concreto.....	59
Figura 5.17. Subtotales del conductor TTU#1/0.....	60
Figura 5.18. Subtotales de P. A TIERRA COND. DE CU CALIBRE 2 AWG 2 VAR.....	60
Figura 5.19. Subtotales de SECC. 13KV 1F CON SECCIONADOR FUS. UNIPOLAR AB. 100ª.....	60
Figura 5.20. Subtotales de TENSOR A TIERRA DOBLE EN REDES DE DIST. 13 KV.....	61
Figura 5.21. Subtotales de POZO PARA RED SUBTERRANEA TIPO A.....	61
Figura 5.22. Resultados de los 21 rubros ingresados.....	62
Figura 5.23. Gráfica de comparación de datos.....	63
Figura 8.1. Rubro generado por la herramienta.....	71
Figura 8.2. Creación del archivo salida de datos.....	71
Figura 8.3. Hoja creada por la herramienta.....	72
Figura 8.4. Hoja creada- materiales utilizados del transformador.....	72
Figura 8.5. Rubro 01.....	76
Figura 8.6. Rubro 02.....	76
Figura 8.7. Inicio de la pestaña APPS.....	83



Figura 8.8. Opciones para compilación .....	83
Figura 8.9. Compilación de librerías .....	84
Figura 8.10. Proceso de Requerimientos .....	84
Figura 8.11. Agrupamiento de archivos .....	85
Figura 8.12. Archivos agrupados.....	85
Figura 8.13. Creación de la carpeta .....	86
Figura 8.14. Proceso de creación por librerías .....	86
Figura 8.15. Confirmación de la librería .....	87
Figura 8.16. Carpetas contenedoras.....	87
Figura 8.17. Icono de instalación .....	87
Figura 8.18. Inicio de la instalación .....	88
Figura 8.19. Ruta de instalación .....	88
Figura 8.20. Fin de la instalación .....	89



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DECOTOPAXI

### FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TEMA:** DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

**Autor:**

Tonato Espín Rubén Darío

**Tutor:**

MSc. Pesantez Palacios Gabriel Napoleón

#### RESUMEN:

Al existir desarrollos de proyectos en redes de distribución los análisis de precios unitarios están siendo organizados de forma aleatoria sin un sistema unificado. En este proyecto se desarrolla una herramienta informática para el análisis de precios unitarios en redes de distribución. En primera instancia se realizó una recopilación bibliográfica de los elementos que comprende un APU (Análisis de Precios Unitarios), estructuras conformadas en las unidades de construcción de la Agencia de Regulación y Control de Energías y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR). Luego se elaboró una base de datos de las estructuras en función a su nivel de voltaje y función que realiza. Con un diseño preestablecido se procede a la creación de interfaces con la herramienta GUI y posterior a esto se genera una carpeta de instalación utilizando “*AppDesigner*” de Matlab.

Finalmente, utilizando la herramienta desarrollada se crea un rubro con la finalidad de explicar el procedimiento del manejo del entorno grafico para la correcta utilidad, calculando los subtotales principales como son (equipos, mano de obra, materiales y transporte), así mismo para el análisis comparativo del proyecto entre un presupuesto realizado, obteniendo datos y resultados reales del proyecto “RED DE MEDIO VOLTAJE, MONTAJE DE TRANSFORMADOR, RED DE BAJO VOLTAJE Y ALUMBRADO PUBLICO”

**Palabras clave:** análisis de precio unitario, equipo, mano de obra, transporte, tarifa, rendimiento, rubro, presupuesto.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TOPIC: A COMPUTER TOOL DEVELOPMENT FOR THE UNIT PRICES ANALYSIS  
IN DISTRIBUTION SYSTEMS.**

**Author:**

Tonato Espín Rubén Darío

### **ABSTRACT**

When exist project developments in distribution networks, unit price analyzes are being organized without a unified system. This project is developed a computer tool for the unit prices analysis in distribution networks. In the first instance, it was made an elements bibliographical compilation, what comprise an APU (Unit Price Analysis), conformed structures in the construction Agency for the Regulation and Control of Non-Renewable Energy and Natural Resources (ARCERNNR) units. Then, it was created a structures database based on their voltage level and the fuction. With a pre-established design, it was came from interfaces with the GUI tool and after this, it is generated an installation folder by using Matlab's AppDesigner. At the end, by using the developed tool, it is created an item with the purpose of explaining the handling procedure the graphic environment for the correct utility, calculating the main subtotals, such as (equipment, labor, materials and transportation), as well as for the project analysis comparasion between a made budget, getting project data and real results "MEDIUM VOLTAGE NETWORK, TRANSFORMER ASSEMBLY, LOW VOLTAGE NETWORK AND STREET LIGHTING".

**Key words:** unit price analysis, equipment, labor, transportation, performance, fee, item, budget.

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN”** presentado por: **Rubén Darío Tonato Espín**, estudiante de la carrera de: **Ingeniería Eléctrica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



CENTRO  
DE IDIOMAS

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC  
CI: 0502666514

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

**Fecha de inicio:** abril 2022.

**Fecha de finalización:** agosto 2022.

**Lugar de ejecución:** Latacunga, Cotopaxi.

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Eléctrica

**Proyecto Macro Asociado:** Desarrollo de sistemas eficientes para el abastecimiento y uso de energía eléctrica a nivel local, regional o nacional.

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor:**

Pesantez Palacios Gabriel Napoleón

**Estudiante:**

Tonato Espín Rubén Darío

**Grupo de Investigación:** Sistemas Eléctricos de Potencia

**Área de Conocimiento:** 07 Ingeniería, industria y construcción / 071 Ingeniería y Profesiones Afines / 0713 Electricidad y Energía

**Línea de investigación:** Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

**Sublínea de investigación de la Carrera:**

Control y optimización en el uso de la energía del sector Industrial comercial y residencial



## **2. INTRODUCCIÓN**

El índice de desarrollo de herramientas informáticas destinado al análisis de precios unitarios, elaboración y ejecución de proyectos eléctricos a nivel del Ecuador es muy bajo, y estos en algunos casos no satisfacen la gran cantidad de requerimientos que necesita un software de esta naturaleza. Sin desconocer y desvalorizar los programas elaborados por algunas empresas a nivel nacional, se pone a consideración de todos los que se interesen en el análisis de precios unitarios que manejen un software, cuya función principal es el análisis, elaboración y ejecución de proyectos eléctricos. El presente trabajo surgió de la idea para solucionar, optimizar el tiempo en la realización, generación de propuestas y en el control de los proyectos eléctricos. La Herramienta informática para el análisis de precios unitarios y planificación, aplicado a sistemas de distribución es un programa hecho en el lenguaje de programación lógica con las diferentes clases, métodos y sus relaciones.

### **2.1. EL PROBLEMA**

#### **2.1.1. Situación problemática**

En el país se tiene un sistema de precios en el sector eléctrico poco accesible, como por ejemplo un software de gestión comercial, causando un desinterés en los cálculos de la ingeniería eléctrica al momento de realizar los presupuestos. Es importante detallar como la falta de un ordenado modelo de los precios unitarios afecta la construcción de redes eléctricas.

Es necesario contar con una herramienta de cálculo automático que nos permita conocer los precios unitarios de materiales, unidades propiedad estándar y que permitan establecer el monto del presupuesto.

#### **2.1.2. Formulación del problema**

En el sector eléctrico existen softwares de difícil adquisición que permita concretar de forma rápida la elaboración de los presupuestos en sistemas de distribución, por su amplia variedad de materiales y costos.

### **2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN**

330000 ciencias Tecnológicas / 3306 Ingeniería y Tecnología Eléctricas / 3306.09 Transmisión y Distribución

### **2.3. BENEFICIARIOS**

#### **2.3.1. Beneficiarios Directos**

Alumnos de la Universidad Técnica de Cotopaxi

### **2.3.2. Beneficiarios Indirectos**

Ingenieros inmersos en la construcción de redes de distribución

## **2.4. JUSTIFICACIÓN**

Gracias al manejo del mecanismo de almacenamiento y los formatos se pueden cambiar sin alterar toda la aplicación dentro de la base de datos, las características de un software incluyen crear, agregar, editar y eliminar información que contiene una base de datos.

De igual importancia en la creación de proyectos eléctricos se presenta un programa para crear y editar de forma sencilla una estructura por construir. Los usuarios obtienen acceso a una variedad de opciones de aprovisionamiento, que incluyen un menú para reestructurar descripciones tales como, mano de obra, equipos, materiales, transporte, ayudaría a obtener precios reales de actividades inmersas a las redes de distribución en medio y bajo voltaje y de esta manera se estaría otorgando una herramienta con datos ya organizados que dinamice los procesos de cálculo.

## **2.5. HIPOTESIS**

La creación de una herramienta informática para realizar análisis de precios unitarios, en el sector privado, permitirá encontrar presupuestos eléctricos de forma rápida y real aplicando análisis de precios unitarios.

## **2.6. OBJETIVOS**

### **2.6.1. General**

Desarrollar una herramienta informática mediante un software para el análisis de precios unitarios en sistemas de distribución en sistemas eléctricos.

### **2.6.2. Específicos**

- Analizar el estado del arte de herramientas informáticas inmersas en el cálculo de precios unitarios en proyectos eléctricos de distribución.
- Identificar una metodología para la recopilación y tabulación de datos.
- Diseñar una herramienta informática en el software Matlab para el análisis de precios unitarios.
- Validar la herramienta informática mediante comparación de un cálculo presupuestario.

## **2.7. SISTEMA DE TAREAS**

**Tabla 2.1.** Sistema de tareas.

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, medios e instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar el estado del arte de herramientas informáticas inmersas en el cálculo de precios unitarios en proyectos eléctricos de distribución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Reconocimiento de costos asociados a materiales, proveedores y personal en el sector eléctrico.</li> <li>-Recopilación plazos, forma de entrega de las ofertas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bases de datos reales, estructurados de forma ordenada.</li> <li>-cálculos presentados por su totalidad del proyecto preestablecido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manual y modelo de construcción detallado, correspondiente a una empresa eléctrica ofertante</li> <li>- módulo de datos incorporados</li> </ul>
<p>Identificar una metodología para la recopilación y tabulación de datos</p>	<p>Elección de las estructuras de almacenamiento específicas y rutas de acceso para los datos de la base.</p>	<p>Registros de materiales que asignen estructuras en la unidad de construcción.</p>	<p>Método de acceso de rubros con registros, tablas editables.</p>
<p>Diseñar una herramienta informática exportando datos de Excel al software Matlab para el análisis de precios unitarios.</p>	<p>-Creación de un gran número de tipos de hojas de cálculo predefinidos.</p>	<p>-Los principales tipos de unidades de construcción, sus materiales y el rango de cantidades que están disponibles en el mercado.</p>	<p>-Método de programación lógica</p> <p>-Cotizaciones</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Validar la herramienta informática mediante comparación de un cálculo presupuestario.</li> </ul>	<p>Demostración de menús estratégicos con una interfaz, asociada a la construcción normada.</p>	<p>La estructura será trasladada a la interfaz de programación con datos</p>	<p>Creación de interfaces graficas en Matlab GUI.</p>

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1. REDES DE DISTRIBUCIÓN**

En el concepto resumido constan las áreas demostradas del servicio público de energía eléctrica, su composición de la estructura, el consumo de energía, las pérdidas de energía y clientes de cada de empresa distribuidora; así como también, detalles de las facturas generadas y cobros por parte de cada una de las provincias [1].

La red de un sistema de distribución transporta energía eléctrica a partir de un nivel de voltaje la cual es la que entrega a los usuarios. Normalmente, la infraestructura estará compuesta por las etapas transformadoras en media tensión (13,8 Y 22 KV), y el cableado de distribución de bajo voltaje (0,6 kV) [2].

##### **3.1.1. Circuito Primario**

Están compuestos por transformadores de distribución que tienen como trabajo el transporte de energía en medio voltaje siendo los más utilizados en 13,8 KV y 22 KV. Los sistemas de distribución primaria están formados por alimentadores que llevan la energía desde las subestaciones de distribución hasta los transformadores de distribución. Un alimentador suele comenzar con un disyuntor en la subestación de distribución[3].

En este punto, el cable subterráneo pasa a un tronco principal trifásico aéreo. El tronco principal se dirige alrededor del territorio de servicio del alimentador y puede conectarse a otros alimentadores a través de puntos de enlace normalmente abiertos. Los troncos principales subterráneos son posibles -incluso comunes- en las zonas urbanas, pero cuestan mucho más que la construcción aérea. En la figura a continuación, se muestra un alimentador ilustrativo con diferentes tipos de laterales y dispositivos [4].

##### **3.1.2. Circuito Secundario**

Una red de baja tensión o red secundaria es una parte de la distribución de energía eléctrica que transporta la energía eléctrica desde los transformadores de distribución hasta los contadores de los clientes finales. Las redes secundarias funcionan a un nivel de baja tensión, que suele ser igual a la tensión de red de los aparatos eléctricos. La mayoría de las redes secundarias modernas funcionan con una tensión nominal de CA de 100-120 o 230-240 voltios, a una frecuencia de 50 o 60 hercios. La tensión de funcionamiento, el número de fases necesario (trifásico o monofásico) y la fiabilidad requerida dictan la topología y la configuración de la red [5].

Los sistemas de distribución de energía eléctrica están diseñados para servir a sus clientes con energía fiable y de alta calidad. El sistema de distribución más común consiste en circuitos radiales simples (alimentadores) que pueden ser aéreos, subterráneos o una combinación. Los transformadores de distribución o secundarios, colocados a lo largo de los alimentadores, convierten la tensión del medio a un nivel de baja tensión, adecuado para el consumo directo de los clientes finales (tensión de red) [6].

Normalmente, un alimentador primario rural alimenta hasta 50 transformadores de distribución, repartidos en una amplia región, pero la cifra varía significativamente según la configuración. Se sitúan en las cimas de los postes, en los sótanos o en pequeñas parcelas designadas [4]. Desde estos transformadores, la red de baja tensión o secundaria se ramifica hasta las conexiones de los clientes en sus locales, equipados con contadores de electricidad.

### **3.1.3. Red de Media Tensión**

El término "media tensión" se utiliza habitualmente para las redes de distribución con tensiones superiores a 1 kV y se aplica generalmente hasta 52 kV inclusive. Por razones técnicas y económicas, la tensión de servicio de las redes de distribución de media tensión rara vez supera los 35 kV [7].

La conexión de una instalación eléctrica a una red de distribución de media tensión se realiza siempre mediante una subestación de media tensión dedicada, normalmente diseñada como "subestación principal". Dependiendo de su tamaño y de criterios específicos relacionados principalmente con las cargas (tensión nominal, número, potencia, ubicación, etc.) [8].

### **3.1.4. Transformadores**

Son máquinas que transfieren la electricidad de un circuito a otro con un nivel de tensión cambiante, pero sin cambio de frecuencia. En la actualidad, están diseñados para utilizar la alimentación de CA, lo que significa que la fluctuación de la tensión de alimentación se ve afectada por la fluctuación de la corriente [9]. Los transformadores eléctricos pueden clasificarse en diferentes categorías en función de su uso final, construcción, suministro y finalidad [10].

#### **3.1.4.1. En función del diseño**

Transformador con núcleo Este transformador presenta dos secciones horizontales con dos extremidades verticales y un núcleo rectangular con un circuito magnético. Las bobinas cilíndricas (AT y BT) se colocan en la extremidad central del transformador de núcleo [11].

Transformador tipo cáscara. El transformador tipo cáscara tiene un circuito magnético doble y un miembro central con dos miembros exteriores.

#### **3.1.4.2. Sobre la base de la alimentación**

Un transformador monofásico tiene un solo conjunto de devanados. Las unidades monofásicas separadas pueden ofrecer los mismos resultados que las transferencias trifásicas cuando se interconectan externamente [14]. Un transformador trifásico (o trifásico) tiene tres juegos de devanados primarios y secundarios para formar un banco de tres transformadores monofásicos. El transformador trifásico se utiliza principalmente para la generación, transmisión y distribución de energía en las industrias [15].

#### **3.1.4.3. En función de la finalidad**

Transformador elevador viene determinado por el número de vueltas del hilo así, si el conjunto secundario tiene un mayor número de vueltas que el lado primario, significa que la tensión corresponderá a éste, lo que constituye la base de un transformador elevador [14]. Transformador reductor se utiliza normalmente para reducir el nivel de tensión en la red de transmisión y distribución de energía, por lo que su mecanismo es exactamente el opuesto al de un transformador elevador [15].

#### **3.1.4.4. En función del uso**

El transformador de potencia. Suele utilizarse para transmitir electricidad y tiene una potencia elevada. Un transformador de distribución tiene una potencia comparativamente menor y se utiliza para distribuir la electricidad. En cuanto al transformador de medida este tipo se subdivide en transformadores de corriente y de potencial. Estos transformadores se utilizan para realizar y proteger instrumentos simultáneamente [12].

#### **3.1.4.5. Sobre la base de la refrigeración**

Este tipo se emplea generalmente en pequeños transformadores de hasta 3 MVA y está diseñado para enfriarse por el flujo de aire circundante [16]. Transformadores de aceite refrigerados por agua. Este tipo de transformador eléctrico emplea un intercambiador de calor para facilitar la transferencia del calor del aceite al agua de refrigeración [15].

Transformadores refrigerados por aire (Air Blast) En este tipo de transformador, el calor que se genera se enfría con la ayuda de sopladores y ventiladores que fuerzan la circulación de aire sobre los devanados y el núcleo [13].

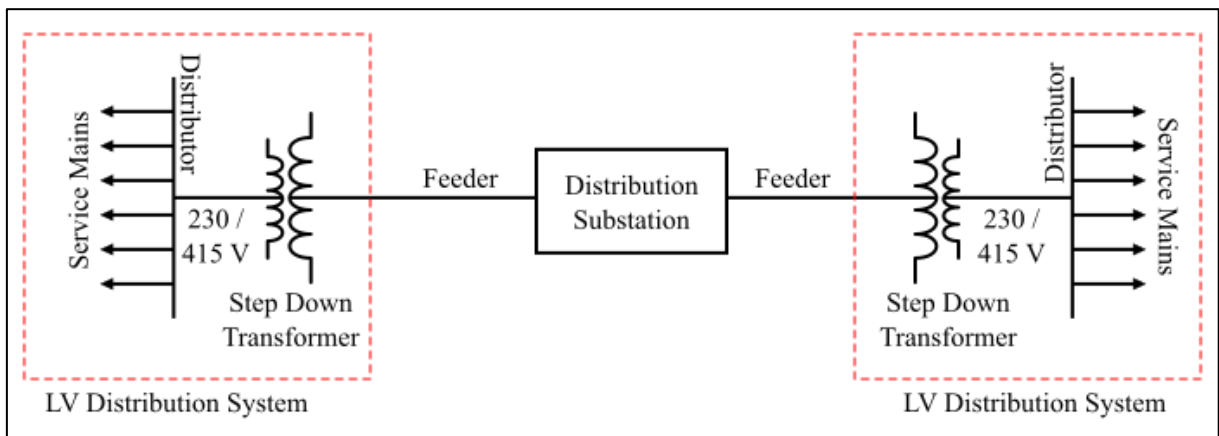
### 3.1.5. BV

El sistema de distribución se define como la parte del sistema de energía eléctrica que distribuye la energía eléctrica para uso local. En función del nivel de tensión, un sistema de distribución puede clasificarse en dos categorías, a saber, cómo alta tensión o baja tensión.

#### 3.1.5.1. Sistema de distribución de baja tensión (BT)

El sistema de distribución que opera en los niveles de tensión que se utilizan directamente sin ninguna reducción adicional. También se conoce como sistema de distribución de baja tensión (BT) o sistema de distribución secundaria. El sistema de distribución de baja tensión es la parte de la red de distribución de energía eléctrica que lleva la energía eléctrica desde el transformador de distribución hasta el contador de energía del consumidor [14].

El nivel de tensión del sistema de distribución de BT suele ser igual a la tensión de red de los aparatos eléctricos. El sistema de distribución de BT es una red de distribución trifásica de 4 hilos. La mayoría de los sistemas modernos de distribución de baja tensión funcionan con una tensión nominal de CA de 230/415 V a 50 Hz y de 120/208 V a 60 Hz [18].



**Figura 3.1.** Sistema de distribución de baja tensión [18].

#### 3.1.5.2. Componentes de un sistema de distribución de baja tensión

El transformador de distribución es un transformador reductor que tiene un devanado primario conectado en triángulo y un devanado secundario conectado en estrella. Envía la energía eléctrica a los distribuidores [17]. Un distribuidor es un conductor del que se toman las cintas para el suministro a los consumidores. La corriente en todo el distribuidor no es constante, ya que se toman las cintas en varios lugares a lo largo de su longitud [17].

### **3.1.6. Alumbrado público**

El diseño del alumbrado público es el diseño de la iluminación de las calles de forma que las personas puedan continuar con seguridad sus desplazamientos por la carretera. Los esquemas de iluminación de las calles nunca aportan la misma apariencia de la luz del día, sino que proporcionan la luz suficiente para que las personas puedan ver los objetos importantes necesarios para atravesar la carretera [15]. El alumbrado público desempeña un papel importante en:

- Reducir el riesgo de accidentes nocturnos
- Ayuda a la protección de los edificios/propiedades (desalentando el vandalismo)
- Disuadir de la delincuencia
- Crear un entorno seguro para la vivienda

Las características básicas de las luminarias de alumbrado público son [16]:

- Las luminarias de alumbrado público están montadas horizontalmente y, por tanto, tienen una orientación vertical fija.
- Las luminarias de alumbrado vial tienen distribuciones de intensidad particulares que se desean para iluminar franjas horizontales largas y estrechas en un lado de la luminaria, mientras se minimizan las intensidades en el otro lado de la luminaria.
- Las distribuciones de intensidad hacia arriba y hacia abajo de la franja estrecha suelen ser las mismas.

### **3.1.7. Acometidas y medidores**

Una acometida es una derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general [17]. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor, se entenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrico al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición [18].

Entre los tipos de acometida destacan Acometida parcial, Acometida subterránea, desde línea aérea [19].



### **3.1.8. Medidores de energía eléctrica**

Son considerados como el equipo que posibilita a las empresas de distribución de energía eléctrica realizar una adecuada facturación de la cantidad de potencia eléctrica requerida en el transcurso del tiempo (energía) por parte de la instalación de un usuario, bajo una tarifa establecida y con un aparataje técnico idóneo para su funcionamiento, se denomina comúnmente “medidor” [21]. Estos aparatos son de dos tipos según su principio de funcionamiento: electromecánicos, o electrónicos, aunque en los tiempos actuales prácticamente los electromecánicos han dejado de producirse, dando paso a su contraparte de estado sólido debido a las mejores prestaciones de estos últimos [22].

### **3.1.9. Protecciones**

Los ingenieros eléctricos encargados de diseñar los sistemas de distribución de energía tienen una gran responsabilidad, ya que su trabajo determina la eficacia operativa, la productividad y la seguridad de los hogares, las oficinas y los centros comerciales. Los diseños deben ser infalibles, proporcionando protección contra fallos y sobrecargas, al tiempo que garantizan la seguridad de los usuarios [23].

La protección de circuitos es un tema candente dentro de los artículos emitidos por el Código Eléctrico Nacional (NEC), siguiendo los objetivos básicos de:

- Localizar y aislar la avería.
- Evitar la pérdida innecesaria de energía.

Las sobrecargas, los cortocircuitos, las sub/sobretensiones, etc. son algunas de las condiciones que pueden darse en la vida operativa de un edificio. Es necesario aislar o rectificar estos fallos, ya que de lo contrario pueden tener efectos perjudiciales tanto para el edificio como para la red eléctrica [27].

Los dispositivos de protección contra sobreintensidades o OCPD incluyen disyuntores, relés y fusibles, que forman los bloques básicos de la protección del sistema de energía. Estos dispositivos se incorporan al sistema de protección para interrumpir, aislar o desconectar el circuito cuando se produce una sobrecarga o un cortocircuito. Los dispositivos de protección de sobre corriente modernos poseen estrategias de comunicación y control que pueden proporcionar un análisis en profundidad basado en la naturaleza del fallo, así como recoger parámetros vitales como el factor de potencia, los armónicos, etc. [23].

Los dispositivos de protección de sobreintensidad más básicos son fusibles que contienen un hilo fino con una capacidad de amperios superior a la corriente nominal máxima. Dado que las condiciones de sobreintensidad aumentan la magnitud en varios pliegues de la corriente nominal, el fusible se funde en condiciones de fallo. El funcionamiento es rápido y fiable, pero es irreversible, lo que significa que el fusible tendría que ser sustituido manualmente para restablecer el funcionamiento [24].

Para un funcionamiento reversible, se pueden utilizar disyuntores magnéticos térmicos con funcionamiento de disparo de larga duración. En cuanto la corriente supera el umbral nominal, los disyuntores aíslan la localidad. Después de un periodo de tiempo retardado, se cierran de nuevo y dan continuidad a las operaciones. Se supone que la avería se ha eliminado en el momento en que se vuelven a cerrar. Si la avería no se resuelve, aíslan de nuevo la localidad, siguiendo este procedimiento un número determinado de veces antes de abrirse definitivamente, lo que requiere un rearme manual [27].

Los modernos disyuntores y cierres magnéticos pueden complementarse con el control digital a través de relés que pueden ser operados a través de PLCs, microcontroladores, etc. Esto da lugar al concepto de automatización de edificios, ya que los dispositivos de control pueden ser operados a través de datos precisos obtenidos de los sensores en lugar de sus capacidades inherentes. Este tipo de sistemas se suelen implantar en edificios de gran tamaño, ya que requieren una inversión extra y tienen costes de funcionamiento adicionales [28].

### **3.1.9.1. Protección contra fallas a tierra**

Las faltas a tierra de tipo arco requieren una capa adicional de protección, ya que son difíciles de detectar debido a su menor magnitud. Hay dos tipos básicos de protección contra fallas a tierra. Protección de equipos contra fallas a tierra: tiene por objeto proteger los equipos de las corrientes de falla de línea a tierra dañinas a través de la desconexión. Interruptores de circuito de falla a tierra - para la protección del personal, detectando fallas que son menores a 5mA.

La puesta a tierra es muy importante en el contexto de la protección del sistema de energía. El concepto significa simplemente la conexión intencionada de un conductor portador de corriente a tierra, lo que limita la tensión causada por el alumbrado o cuando dos conductores entran en contacto y estabiliza la tensión permitiendo un camino para que fluyan los armónicos. Dentro de estudios de la NEC recomienda la formación de varios puntos de conexión a tierra en todo el edificio para garantizar la redundancia en el esquema de protección [26].

Además de la puesta a tierra y la protección contra sobrecargas, también pueden incorporarse otros equipos en el sistema, como el interruptor de circuito por fallo de arco, la protección mecánica de los alimentadores o los circuitos derivados para los circuitos de alimentación de emergencia en los hospitales [27].

### **3.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

El análisis de costes unitarios es un método para determinar el rendimiento de una tarea. Esto es muy importante porque significa que con este método podemos determinar la cantidad de trabajo realizado por día o por unidad de trabajo, y todos los parámetros del trabajo están determinados por este concepto. De esta manera podemos establecer una fecha estimada para la finalización del proyecto y también hacer un presupuesto para el mismo.

El precio unitario es una medida utilizada para indicar el precio de un determinado producto o servicio que se intercambia con los clientes o consumidores a cambio de dinero e incluye los costes fijos, los costes variables, los gastos generales, la mano de obra directa y un margen de beneficio para mantener las actividades empresariales y los ingresos de la organización [25]. El Análisis de Precios Unitarios (APU) es un modelo matemático que predice el coste correcto.

#### **3.2.1. Ventajas:**

- Se tiene acceso a un coste objetivo antes de iniciar las negociaciones.
- Las empresas han desarrollado sus propios APU basados en el análisis estadístico de regresión no lineal. Se pueden contratar sus servicios de la misma manera que se contratan los sitios de índices de precios.
- Son bastante útiles a la hora de calcular los costes de proyectos complejos, y proporcionan un resultado de costes preciso para los proyectos EPC.

#### **3.2.2. Desventajas**

- Construir este modelo desde cero es caro. Casi todas las empresas subcontratan este servicio.
- Hay que asegurarse de que los datos proceden de una fuente fiable antes de utilizarlos para una negociación.
- Los APU son precios unitarios basados en un volumen específico. Los datos no admiten diferentes volúmenes.

El análisis de los costes unitarios consiste en desglosar el coste unitario de cada producto, identificando el rendimiento, el coste y la cantidad de insumos o materiales utilizados, y asignando estos costes a los distintos componentes del producto, como los materiales, la mano de obra, el equipo y los gastos generales [26].

### **3.2.3. Componentes del análisis de costos unitarios**

#### **3.2.3.1. Presupuesto**

Es la asunción inteligente del valor de los bienes. También es una suposición de cuánto costará el producto, en este caso el coste de la mano de obra. Es comprensible que sea algo preliminar; lo ideal es acercarse al 100%, y para ello necesitamos un análisis de costes unitarios que sea útil en la práctica, y para ello debemos tener en cuenta lo siguiente [27]:

- Costos.
- Equipo.
- Directos Mano de obra.
- Materiales.
- Traslado personal.
- Cargos técnicos y/o Administrativos.
- Materiales de consumo.
- Capacitación y promoción.
- Técnicos y/o Administrativos.
- Alquileres y/o depreciaciones.
- Cargos de comunicaciones y fletes.
- Imprevistos.
- Financiamiento utilidad.
- Garantías.
- Impuestos.

En resumen, el presupuesto de ejecución de un proyecto es la suma de los resultados de las distintas unidades de obra incluidas en el proyecto, cada una de las cuales tiene un precio unitario que incluye los costes administrativos, técnicos y de entrega.

### **3.2.3.2. Costo unitario**

El coste unitario es el precio por unidad de un determinado producto o artículo. La integración de los costes unitarios está separada por una serie de costes directos (C.D.), costes indirectos (C.I.), costes financieros, costes incrementales y beneficio, que se integran por otros factores o elementos básicos que permiten calcular cada importe según su concepto y fórmula (3.1).

$$CU = \frac{C_{ft} + C_{vt}}{N_{up}} \quad (3.1)$$

Donde CU es el coste unitario,  $C_{ft}$  costos fijos totales,  $C_{vt}$  costos variables totales y  $N_{up}$  número de unidades producidas.

Al identificar correctamente los costes de desarrollo, es posible determinar con certeza si los beneficios futuros que se obtendrán sobre la base de los precios indicados están dentro de los límites aceptables. El análisis de los costes unitarios desempeña, por tanto, un papel fundamental, ya que tiene en cuenta no sólo los costes directos e indirectos de los materiales, la mano de obra, etc., sino también los caprichos y las circunstancias especiales en las que se desarrolla la obra [28].

Por lo tanto, es necesario formular los costes unitarios con más detalle y sobre la base de los siguientes componentes.

### **3.2.3.3. Costos directos**

- Trabajo
- Equipamiento
- Costes de transporte
- Materiales

### **3.2.3.4. Costos Indirectos**

- Beneficios
- Gastos administrativos
- Contingencia

### **3.2.3.5. Unidad de trabajo**

Unidad de medida definida en un pliego de condiciones para cuantificar un concepto de trabajo a efectos de medición y pago [28].

### **3.2.3.6. Artículo**

Un artículo es una categoría para agrupar objetos o actividades que tienen ciertas características. Una partida presupuestaria es una actividad dentro de la obra a realizar, cuya cantidad y coste unitario se determina mediante un análisis de costes unitarios y se determina por la unidad [30].

### **3.2.3.7. Cantidad**

La cantidad de un artículo se mide en varias unidades de medida, eligiendo la que sea más práctica y facilite la cuantificación del trabajo realizado [29].

### **3.2.3.8. Tiempo de actuación**

La composición de una obra debe basarse en el momento de la ejecución. Esto nos obliga a considerar el tiempo total del proceso de producción, que está estrechamente relacionado con el valor del trabajo, y nos permite centrarnos en el importantísimo concepto de "a mayor tiempo, mayor coste" [30].

### **3.2.3.9. Costo**

El coste es un concepto utilizado para medir el esfuerzo que supone la producción de bienes o la prestación de servicios. Representa el valor monetario de los materiales, la mano de obra y los gastos generales utilizados [30].

### **3.2.3.10. Costos indirectos**

Se trata de los costes indirectos necesarios para la realización de los trabajos, que no están incluidos en los costes directos y que corren a cargo del contratista, teniendo en cuenta, en particular, los aspectos organizativos, administrativos y financieros, los complementos sociales del personal administrativo y de oficina y los cánones prepagados [27].

### **3.2.3.11. Costos indirectos de explotación**

Se trata de los costes derivados de los trabajos realizados de forma inherente en un periodo de tiempo determinado. Los costes indirectos de explotación incluyen los gastos administrativos y técnicos, los alquileres y las amortizaciones, los pasivos y las primas de seguros, los consumibles, la formación y los costes de comercialización [27].

### 3.2.3.12. Costos laborales indirectos

Los costes laborales indirectos son todas las contribuciones adicionales necesarias para lograr la producción de bienes, aunque no se pueda determinar la cantidad exacta correspondiente a una unidad de producción (alquileres, seguros, gastos de ocio, impuestos, cambios en el ritmo de producción) [28].

### 3.2.3.13. Costo directo

Son todos los costos por concepto de materiales, mano de obra, herramientas o labores, aplicables al desarrollo de la obra de manera directa.

### 3.2.3.14. Rendimiento

Indica la cantidad de productos o actividades que un trabajador o equipo de trabajadores va a realizar en un momento dado en función de las necesidades de cada trabajador. Está directamente relacionado con el progreso del proyecto y puede ser cuantificado por la atención médica in situ

$$RD = \frac{T_{te}}{C_t} \quad (3.2)$$

Donde RD es el rendimiento,  $T_{te}$  es el tiempo de trabajo empleado y  $C_t$  cantidad de trabajo.

### 3.2.3.15. Costo de mano de obra

Consumo de mano de obra - "la cantidad de recursos humanos (horas de trabajo), expresada en hH/um, utilizada por uno o más trabajadores de diferentes disciplinas para completar una cantidad unitaria de una actividad determinada".

$$CMOD = \frac{T_t}{T_u} \quad (3.3)$$

Donde CMOD es el coste de mano de obra directa,  $T_t$  es el tiempo total y  $T_u$  es el tiempo útil.

### 3.2.3.16. Maquinaria y equipos

La maquinaria y los equipos son un componente muy importante de los costes directos, ya que pueden facilitar o dificultar considerablemente la ejecución y el progreso de los trabajos. La vida útil es el periodo de tiempo durante el cual el rendimiento de una máquina se considera eficiente, estable y predecible y es un factor a tener en cuenta para la maquinaria [29].

### **3.3. APUS APLICADOS A SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**

El análisis de precios unitarios APU, es de gran utilidad en el campo laboral de los profesionales de la ingeniería eléctrica, ya que es el camino más directo para llegar al costo real de un proyecto, esto permite la obtención de costes de construcción ajustados a los precios del mercado en esos momentos [30].

Además, facilita la elaboración de una documentación de calidad (completa, consistente y con información técnica vinculada a cada unidad de obra), útil para las distintas fases del proyecto (estudios previos, anteproyecto, proyecto básico y de ejecución), incluyendo productos de fabricantes [29].

Tanto para que una empresa pueda asignar el presupuesto adecuado para la elaboración de una obra, como para que un contratista realice sus ofertas, es necesario conocer todos los rubros implicados en dicha obra y el precio de cada uno. Para esto se aplica el análisis de precios unitarios (APU), este engloba todos los costos que involucra llevar a cabo un trabajo en su totalidad y con las especificaciones requeridas [31].

En otras palabras, el análisis de los costes unitarios incluye los costes directos, que evalúan el coste de los materiales, el transporte, la mano de obra, el equipo y las herramientas, y los costes indirectos, que evalúan el coste de la administración, los impuestos, los imprevistos y los consumibles. Los costes indirectos, en cambio, se refieren a los gastos administrativos, impuestos, imprevistos, servicios públicos, etc. [32].

Para determinar el coste real de una tarea, hay que realizar un análisis de costes, conocido como análisis de precios unitarios (APU). Para determinar el coste total de una tarea, hay que analizar los costes directos e indirectos en función de la mano de obra, los materiales, el transporte, el equipo y las herramientas, tal y como se ha descrito en el apartado anterior, sin embargo, en el APU de las redes de distribución se tienen en cuenta los siguientes factores, que se describen con más detalle a continuación [33].

#### **3.3.1. Materiales para la distribución**

El entonces Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, junto con las empresas distribuidoras, aprobó los e instalaciones de la red de distribución. Esta homologación especifica los materiales y las cantidades que deben utilizarse para cada parte del edificio, los detalles de su construcción y los criterios de cumplimiento de los parámetros eléctricos y mecánicos. Como este permiso no restringe los materiales a utilizar [33].



### 3.3.2. Análisis de los costos de material

El presupuesto de referencia para los materiales debe determinarse mediante un estudio de mercado. A partir de todos los datos, se calcula un valor medio, que es el precio de referencia de cada material. En este estudio deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos [34]:

- Analizar los materiales, exigiendo que cumpla las características técnicas mínimas requeridas y la facilidad de adquisición.
- Los montos adjudicados de obras similares de los años pasados.
- Proformas de proveedores.

**Tabla 3.1.** Descripción de materiales con análisis del precio total.

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Abrazadera pletina simple, 3 pernos 38 x 5 mm	u	1.000	4.46	4.46
Aislador de porcelana tipo suspensión eei-nema 52-1	u	2.000	1.50	3.00
Cinta de armar, 7.62 x 1.67 mm.	m	1.200	0.65	0.78
Grapa de retención apornada 7000 lbs.	u	2.000	1.92	3.84
Perno de ojo, diam. 16 mm, long. 254 mm.	u	1.000	1.27	1.27
Tuerca de ojo, diámetro 16 mm	u	1.000	1.15	1.15
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>14.50</b>

### 3.3.3. Costo del personal

El desarrollo de un proyecto de red de distribución requiere de personal cualificado y con experiencia para dirigir no sólo al personal que realiza la obra, sino también el trabajo realizado y la correcta ejecución del resto del personal. Un grupo de personas contratadas para realizar un trabajo específico se denomina cuadrilla, y cada trabajador de una obra tiene un trabajo específico que realizar.

En el manejo de una obra, siempre hay un jefe de obra, un supervisor de obra, un ayudante de jefe de obra, un asistente y un conductor. Además, hay que tener en cuenta los salarios del personal y los elementos incluyen la contribución personal, la decimoquinta mensualidad y el sueldo [35].

**Tabla 3.2.** Sueldo por meses según su cantidad.

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION	MESES	SUELDO
1	1	personal 01	Mes 01	Sueldo 01
2	2	personal 02	Mes 02	Sueldo 02
3	3	personal 03	Mes 03	Sueldo 03
4	2	personal 04	Mes 04	Sueldo 04
5	3	personal 05	Mes 05	Sueldo 05
6	1	personal 06	Mes 06	Sueldo 06
7	1	personal 07	Mes 07	Sueldo 07

### 3.3.4. Equipos y herramientas

El uso de herramientas y vehículos en la obra implica unos costes de propiedad y funcionamiento que deben ser asumidos por el contratista y reembolsados por el cliente. Por lo tanto, estos costes deben calcularse adecuadamente para garantizar que se cubren todos los costes de mantenimiento y sustitución de equipos y herramientas cuando sea necesario.

Como para que una compañía logre dedicar el presupuesto conveniente para la preparación de una obra, como para que un contratista haga sus ofertas, se necesita conocer todos los rubros implicados en esa obra y el costo de cada uno.

**Tabla 3.3.** Descripción de herramientas.

DESCRIPCION	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Tecele 1tonelada	c/u	101.00	202.00
Pértiga telescópica(15kV):	c/u	135.00	135.00
Escalera de aluminio y fibra de vidrio de 36 pies de longitud	c/u	45.00	45.00
Cinturón de liniero:	c/u	275.00	2,200.00
Juego herramientas (alicate, llaves, destornilladores)	c/u	308.61	2,468.88
Voltímetro-amperímetro:	c/u	17.85	-
Par de guantes media tensión(15kv)	par	45.00	-
Poleas tendido conductores:	c/u	100.00	-
Apisonadores:	c/u	100.00	-
Trepadoras:	par	180.00	720.00
Equipo de puesta a tierra:	c/u	650.00	-
Señalización y de limitación áreas de trabajo (conos, Cintas plásticas):	lote	50.00	-
Comelones para cable aislado	c/u	220.00	-
Comelones para conductor ACSR	c/u	220.00	-
Comelón para cable aluminio puro	c/u	220.00	-
Comelones para cable hierro	c/u	220.00	-
Detectores de tensión (15kV.)	c/u	1,100.00	-
Porta carretes metálico	c/u	1,700.00	-
Cabos, estobos de acero	lote	120.00	-

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. ESTADO DEL ARTE

La importancia de las interfaces a la hora de facilitar la comunicación y en la mayoría de los dispositivos electrónicos, aplicaciones que permiten el control de todo tipo de sistemas en este caso eléctricos, ha dado lugar a la existencia de numerosos lenguajes de programación y los entornos de diseño utilizados para su desarrollo. A continuación, tres de las herramientas inmersas en análisis de presupuestos más utilizadas.

- Punisv.
- DIREC-CAD.
- Creaciones Excel.

“*Punisv*” un programa que fue creado en una hoja de cálculo de Excel usando las herramientas de Visual Basic para Aplicaciones, Durante la instalación del programa, la configuración la carpeta instaladora será adecuada para el registro deseado. Adicionalmente, se crearán dos iconos de acceso directamente en el escritorio, uno de los programas otro del manual.

Esta herramienta logra tener una pantalla de uso básico para realizar presupuestos generales, en especial se centra en el área de construcción, los datos para el sector eléctrico son pocos, tiene la capacidad de almacenar trabajos ya realizados anteriormente.

“*DIREC-CAD*” es una innovadora herramienta de software de ingeniería desarrollada para diseñar Ingeniería de redes de distribución aérea y subterránea (media y baja tensión), unificada todas las etapas de diseño y cálculo se desarrollan en un entorno totalmente gráfico.

El entorno grafico al momento de utilizar la herramienta no es de un buen entendimiento, proporciona innumerables opciones que se basan en la creación desde un proyecto en cero, accede a archivos compatibles en planos cargando la información para ser editada y estructurada, las bases de datos contienen de diferentes países de Sudamérica con Ecuador en su lista.

En las creaciones Excel cada constructor tiene su formas y detalles al momento de organizar una herramienta informática, la cual se crea con la opción macros que va grabando los pasos y funciones que realiza el digitador, en conjunto con Visual Basic generan facilidades de programación puesto que en la grabación de acciones generan códigos para en lo posterior poder editar su estructura.

## **4.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

Los métodos resultantes y útiles dentro de la investigación fueron escogidos de tal manera que permita obtener información de manera rápida y concisa a través de la aplicación correcta de estos métodos, esto permitirá modelar un mejor software para el análisis de precios unitarios.

Para realizar este proyecto se requiere de los métodos: deductivo, con el fin de recolectar, tabular y analizar los datos obtenidos, también tiene un enfoque con el método descriptivo con su principal acción, dar a conocer un determinado presupuesto.

Por otra parte, el enfoque es cuantitativo por cuanto se basa la propuesta tecnológica dentro del área de las ciencias. En este caso mediante la programación en softwares tecnológicos a fin de diseñar una interfaz adecuada que cumpla con el objetivo de un APU, el cual es ofrecer de manera sencilla y automática presupuestos para la construcción de redes de distribución eléctrica.

## **4.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS**

### **4.3.1. Normativas**

Las normas por utilizarse corresponden a las unidades de construcción de la Agencia de Regulación y Control de Energías y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR) que tiene como objetivo principal un sistema de desarrollo de manuales para el sector eléctrico público privado, que gestiona la identificación de equipos, estructuras, materiales y el montaje de estos, uno de los principales detalles son los identificadores nemotécnicos que vienen estructurados por cinco campos.

Considerando el Reglamento, la Ley Orgánica del Servicio Público de energía Eléctrica (LOSPEE) los diseños de proyectos se hace referencia a las normas que en la actualidad se encuentran vigentes y aplicables, que son de vital importancia para la puesta en operación de obras eléctricas construidas por particulares en este caso el sector privado de oferentes, sus etapas están compuestas por: Aprobación, la construcción, suministro del servicio eléctrico, fiscalización y puesta en operación.

### **4.3.2. Software**

A partir del análisis de las necesidades se procede a utilizar el desarrollo del proyecto con la ayuda de la herramienta “*Guide*”, perteneciente al software de programación Matlab. El cual es un entorno de desarrollo interactivo para el diseño de interfaces y la programación de su comportamiento.

#### **4.3.3. Síntesis de la información**

Esta técnica se empleó porque la información obtenida en diferentes fuentes bibliográficas es la base para efectuar un análisis que brinde el mejor desempeño de la propuesta tecnológica como sustento contextual y práctico. Además, resalta los aspectos más importantes, con el objetivo de diseñar una aplicación para el análisis de precios unitarios veraz y útil enfocado en construcción de redes de distribución eléctrica.

#### **4.3.4. Observación**

Para el análisis del correcto desempeño de la propuesta tecnológica, fue necesario emplear la observación en cada etapa del proyecto, la cual ayudó a verificar y diseñar de manera adecuada la aplicación en el software.

El propósito del trabajo de investigación consiste en desarrollar un software, mediante la creación de una base de datos, estructuras y equipos eléctricos el cual se proceda a tomar como base las unidades de propiedad establecidas. Una vez considerado el tipo como resultado, se procesará la información de los costos de cada uno de los elementos que permita la obtención del presupuesto de construcción para una red eléctrica de distribución.

#### **4.3.5. Obtención de la información**

Los contratistas en general trabajan con diferentes materiales y tarifas, los precios y formas de cálculo han sido un tema importante que las empresas eléctricas deben responder y están relacionados principalmente con la falta de estandarización y el uso de las variedades de sistemas para llegar a un resultado.

Considerando el origen del proyecto y tras utilizar la metodología se obtuvo las tablas estructuradas por cantidades, materiales, especificaciones técnicas de la (ARCERNNR) que se trabaja con la homologación hasta el día de hoy. En esta parte de las unidades de propiedad y la sección 2 el manual de las unidades de construcción comprende las estructuras con su identificador como en este caso (UP-UC).

Con una observación estructurada se almacenarán los datos dispersos durante el trabajo investigativo, con el objetivo de generar resultados agrupados y ordenados para efectuar el correspondiente análisis. La Contraloría general del Estado, enero-2022 El listado corresponde exclusivamente a las estructuras ocupacionales. que constan en la publicación de los salarios de las Comisiones Sectoriales del Ministerio del Trabajo [37].

Con las categorías ocupacionales, dentro de la remuneración básica unificada mínima en la sección de construcción y servicios técnicos y arquitectónicos se tiene 9 estructuras ocupacionales, en la segunda parte consta los operadores de equipo pesado y caminero de excavación como se puede observar en el anexo I.

Las cantidades que se emplean y se tabulan en cada estructura vienen dadas por la homologación antes mencionada, cada proyecto tiene sus materiales sustitutos, por lo que las opciones son editables. De forma general las hojas de alumbrado público, acometidas y medidores serán los mismos en los dos tipos de redes.

Los materiales, deben soportar adecuadamente las cargas máximas ocasionadas por la acción del trabajo o función a realizar, los conductores entre otros cumplen con límites de utilización tales como esfuerzos máximos, factores de seguridad y el aislamiento.

#### **4.4. CREACION DE LA HERRAMIENTA**

##### **4.4.1. Descripción de la herramienta realizada en Matlab**

El programa realizado es capaz de desarrollar presupuestos de proyectos eléctricos ya sea solo con materiales, mano de obra y las dos juntas, todos estos casos tomando en cuenta el análisis de precios unitarios (APU).

La mayor ventaja de Matlab es que presenta la facilidad de trabajar con matrices de forma dinámica para en lo posterior ser exportadas en formato Xls. Además, la herramienta tiene una amplia lista de datos para el uso de rubros estructurados, esta característica ayuda en la elaboración del presupuesto dando como resultados materiales totales con detalles de dichos rubros y optimizando los recursos y tiempos para su ejecución.

En forma general la herramienta se divide en las características siguientes:

- Configuración del sistema.
- Ingreso y selección de datos.
- Generación de presupuestos.
- Metodología para el cálculo de rubros.

Las redes aéreas y redes subterráneas a nivel de distribución necesitan el ajuste de aspectos constructivos para el desarrollo del proyecto, a continuación, de las que se pueden elegir son las siguientes:

**Tabla 4.1.** Tipos de redes existentes.

Opción	Significado
Redes aéreas	Configuración de red
Redes subterráneas	Configuración de red

La elección de redes constituye de total importancia puesto que sus dispositivos cambian de forma considerable, las redes subterráneas abarcan la obra civil, opción que no cuenta la configuración de redes aéreas, pero al poder combinar las dos redes al momento de elaborar las descripciones amplía la posibilidad de variar.

**Tabla 4.2.** Configuración de opciones en redes aéreas.

Redes Aéreas	
Opción	Significado
Medio voltaje	Tipos de estructuras monofásicas o trifásicas (13.8kv-22kv)
Transformadores	Tipos de transformadores monofásicos o trifásicos (13.8kv-22kv)
Bajo voltaje	Tipos de red desnuda o preensamblada
Alumbrado Público	Tipos de estructuras en alumbrado público
Tensores	Tipos de estructuras en medio o bajo voltaje (13.8kv-22kv)
Puestas a tierra	Tipos de estructuras en medio o bajo voltaje (13.8kv-22kv)
Acometidas y Medidores	Tipos de estructuras en medio o bajo voltaje
Seccionamiento y protecciones	Estructuras en bajo voltaje, medio voltaje (trifásico y monofasico -13.8kv-22kv)
Inicio-datos en cero	Rubro a disposición del usuario

**Tabla 4.3.** Configuración de opciones en redes subterráneas.

Redes Subterráneas	
Opción	Significado
Banco de ductos	Obra civil
Pozos	Obra civil
Cámaras	Obra civil
Alumbrado Público	Tipos de estructuras en alumbrado público
Transformadores	Tipos de transformadores monofásicos o trifásicos (13.8kv-22kv)
Puestas a tierra	Tipos de estructuras en medio o bajo voltaje (13.8kv-22kv)
Protecciones BV	Tipos de estructuras en bajo voltaje
Protecciones MV	Estructuras en medio voltaje (trifásico y monofasico -13.8kv-22kv)
Transiciones de redes	Transiciones de redes aéreas a redes subterráneas
Inicio-datos en cero	Rubro a disposición del usuario

#### 4.4.2. Ingreso y selección de datos

Para el ingreso y selección de datos del proyecto a ser presupuestado, se ingresa a la pantalla principal, la interfaz que contiene el tipo de estructuras y rubros están concatenados con el fin de facilitar la comprensión del funcionamiento, los primeros datos que se enumeran al inicio de un rubro se estructuran como se muestra en la tabla 4.6.

**Tabla 4.4.** Estructura de un rubro completo.

Nombre	Detalle
Equipos	Instrumentos de ensamblaje, medición, comprobación
Mano de obra	Mano de obra calificada y no calificada
Materiales	elementos correspondientes según el nivel de voltaje y estructuración
Transporte	Vehículos para carga liviana y pesada

**Tabla 4.5.** Descripciones de la estructura del rubro.

Nombre	Detalle
Descripción	(Descripción de: mano de obra, equipos, materiales, Transporte.
Cantidad	Número determinado
Tarifa	Valor cotizado por utilización
Costo de hora	Valor cotizado por un determinado trabajo
rendimiento	Numero de tareas a realizar
Costo	Costo total del equipo y mano de obra
Precio unitario	Costo de cada material empleado

En el siguiente procesamiento de datos contiene información para la ejecución de rubros, selección de estos. Como último grupo de datos consta el procesamiento que abarca todos los rubros, detalles, materiales con resultados totales como se muestra en la tabla 4.8.

**Tabla 4.6.** Datos del presupuesto por construir.

Nombre	Detalle
Rubro	Selección del trabajo a realizar
Detalle	Tipo de estructura
cantidad	Número de estructuras a utilizar
Detalle seleccionado	Tipo de estructura final
Mostrar valores	Generación de datos
Añadir material	Selección de tipo (mano de obra, transporte, equipos, materiales)
Actualizar	Actualización de tipos de datos añadidos
Archivar	Procesamiento de datos para un total
Borrar tablas	Opción de una estructuración desde cero
regresar	Paso anterior al rubro

**Tabla 4.7.** Datos totales del proyecto presupuestado.

Nombre	Detalle
Materiales	Datos totales presupuestados (descripción, unidad, cantidad, cantidad total, costo)
Rubros y detalles	Datos totales presupuestados (rubros, detalles, costos)

#### 4.4.3. Generación de presupuestos

Para elaborar un presupuesto (APU) se utiliza dos métodos, el de contratar solo con mano de obra o con materiales incluido. Matlab se utiliza en común para el análisis de datos experimentales que en este caso se distribuyó en una hoja de cálculo con plantillas previamente diseñadas con un sistema ordenado que comprenden de:



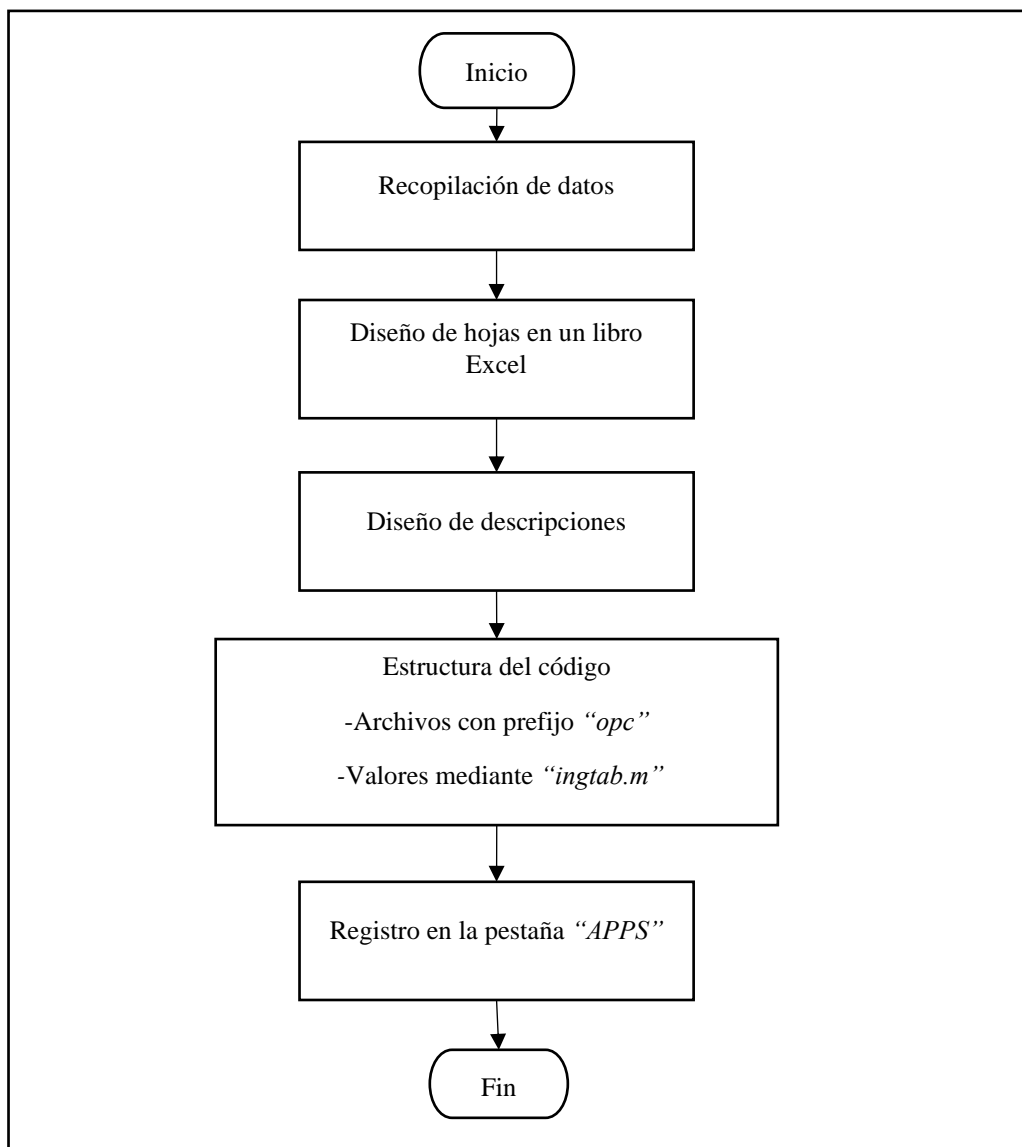
- Estructuras A.P.
- Estructuras monofásicas MV (22-13,8) KV.
- Estructuras trifásicas MV (22-13,8) KV.
- Red desnuda BV.
- Red Preensamblada BV.
- Medidores.
- Puestas a tierra.
- Seccionamiento-protecciones MV.
- Seccionamiento-protecciones monofásico MV.
- Seccionamiento-protecciones trifásico MV.
- Tensores MV (22-13) KV.
- Tensores BV.
- Transformadores trifásicos.
- Transformadores monofásicos.
- Acometidas.
- Materiales en general.

Estas son las hojas que comprenden el tipo de red aérea, para tener en cuenta la estructura del rubro y sus diferentes celdas se tiene como ejemplo un rubro de un tensor de bajo voltaje (TIPO TAD-OTD) en el anexo F. Para redes subterráneas se crea con el mismo procedimiento, tomando en cuenta las tablas correspondientes con a una hoja preestablecida como:

- Ductos.
- Pozos.
- Cámaras.
- Transformadores.
- Puestas a tierra.
- Seccionamiento-protecciones BV.

- Seccionamiento-protecciones MV.
- Transición de redes.
- Alumbrado público.
- Materiales en general.

A continuación, se observa la estructura del APU descrito en la matriz de cada una de las hojas de cálculo del archivo (APU\_BASE-MATLAB1), los costos indirectos son considerados en un tanto por ciento estimado por cada uno de los oferentes.



**Figura 4.1.** Procedimiento para el análisis de precios unitarios.

#### 4.4.3.1. Equipos y herramientas

Existen muchos aspectos para tomar en cuenta el cálculo de los equipos y el transporte, los más importantes a tomar en cuenta en una empresa privada son el costo de inversión y el costo de la depreciación, ambos costos influyen de forma permanente el uno siendo un capital invertido, el otro una devaluación financiera al pasar el tiempo.

$$Depreciación = \frac{V_p}{V_u} \quad (4.1)$$

Donde  $V_p$  es el valor presente o valor actual,  $V_u$  es la vida útil del equipo y o herramienta.

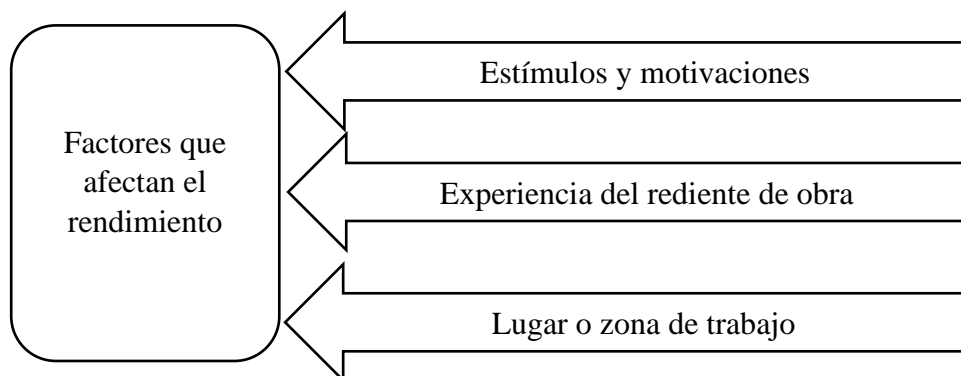
Por otra parte, el costo de inversión se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$costo\ de\ inversión = \frac{(N + 1) * VR * TTA}{2 * N * H} \quad (4.2)$$

Donde  $N$  es la vida útil expresada en años,  $VR$  valor de la máquina,  $TTA$  sumatoria de las tazas anuales,  $H$  utilización por año expresado en horas. Por salvaguardar la integridad y la vida, tanto los equipos y las herramientas están sometidas a un mantenimiento con periodos preestablecidos, además deben tener sellos de garantía dieléctrica.

#### 4.4.4. Mano de obra

En el análisis del precio unitario relacionado con la unidad de construcción, además de conocer el personal, el equipo, las herramientas y el transporte necesarios, también es indispensable comprender la contribución de cada uno para realizar la tarea encomendada de manera completa y correcta.



**Figura 4.2.** Factores más comunes inmersos en el ámbito laboral [38].

**Tabla 4.8.** Modelo de obra común.

Descripción	Residente de obra	Jefe Liniero	Liniero	ayudante de Liniero	Chofer
Montaje de estructuras	1	1	1	1	1
Isaje de postes	1	1	1	1	1

#### 4.4.5. Materiales

Los materiales se encuentran dispersos a nivel nacional por lo que se estableció una lista de materiales de los más utilizados tanto para redes aéreas y redes subterráneas, el archivo que contiene esta información tiene como nombre (APU\_BASE-MATLAB1) en donde está la hoja de materiales en general aéreas y materiales en general subterráneas.

Por aspecto de la variación constante de los precios unitarios no se establece un precio fijo, esto da la facilidad de que el usuario pueda reformar totalmente una estructura preestablecida y poder constituir su propia oferta con respecto a costos.

Como un ejemplo de cómo están estandarizados los materiales a nivel de empresas distribuidoras se tiene que, los cables o conductores su esfuerzo máximo admisible, en ningún caso deberá ser mayor al 40% del esfuerzo mínimo de rotura del conductor.

Los materiales, deben soportar adecuadamente las cargas máximas ocasionadas por la acción del trabajo o función a realizar, los conductores entre otros cumplen con límites de utilización tales como esfuerzos máximos, factores de seguridad y el aislamiento.

**Tabla 4.9.** Material y esfuerzos admisibles.

Material conductor	Esfuerzo máximo admisible (kg/mm <sup>2</sup> )
Cobre duro	16,8
Cobre semiduro	14
Aleación de aluminio	11,2

En algunas ocasiones el margen y el precio de los materiales o subtotales establecen las autoridades pertinentes, pero a nivel global se deja a los comerciantes y oferentes tomar un precio consciente esto si de un proyecto privado se tratase.

#### 4.4.6. Transporte

Es el costo de utilizar directamente un vehículo (automóvil, camioneta, camión, grúa, motocicleta) al realizar una obra o proyecto o prestar un servicio que implique movilización. Para determinar el costo del transporte, se debe especificar la unidad de medida y tiempo de uso, costos de depreciación, costos de operación de maquinaria (combustible, lubricantes, etc.), costos de mantenimiento repuestos, reparaciones, costos de seguros, costos de almacenamiento y administración.

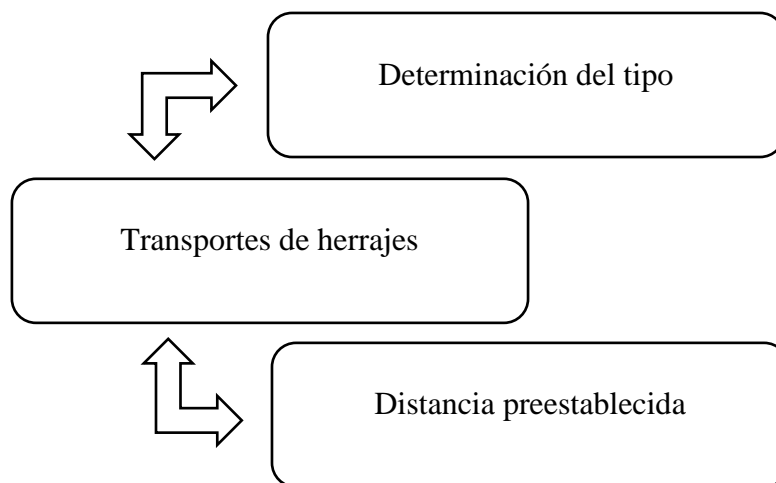
Un estudio del costo de transporte nos proyecta al análisis determinación y asignación de costos, a nivel de construcción de redes se incluye, grupos de trabajo, materiales, de igual forma el costo por unidades constructivas.

##### 4.4.6.1. Apreciaciones en el Transporte

Para elaborar el costo del transporte, es necesario analizar los siguientes costos:

- El costo de propiedad-hora (depreciación horaria: depreciación lineal vida útil 5 años, jornada de 8 horas de trabajo y días de trabajo efectivo, gasto de propiedad: matrícula, placas, revisiones, seguro, garaje).
- Costo de operación-hora (combustibles, lubricantes y llantas).
- Costo de mantenimiento (gasto de revisión mecánica, repuestos).

El costo del transporte se lo obtiene con base a los costos de propiedad, de operación y de mantenimiento horario.



**Figura 4.3.** Movilización de un tipo de material.

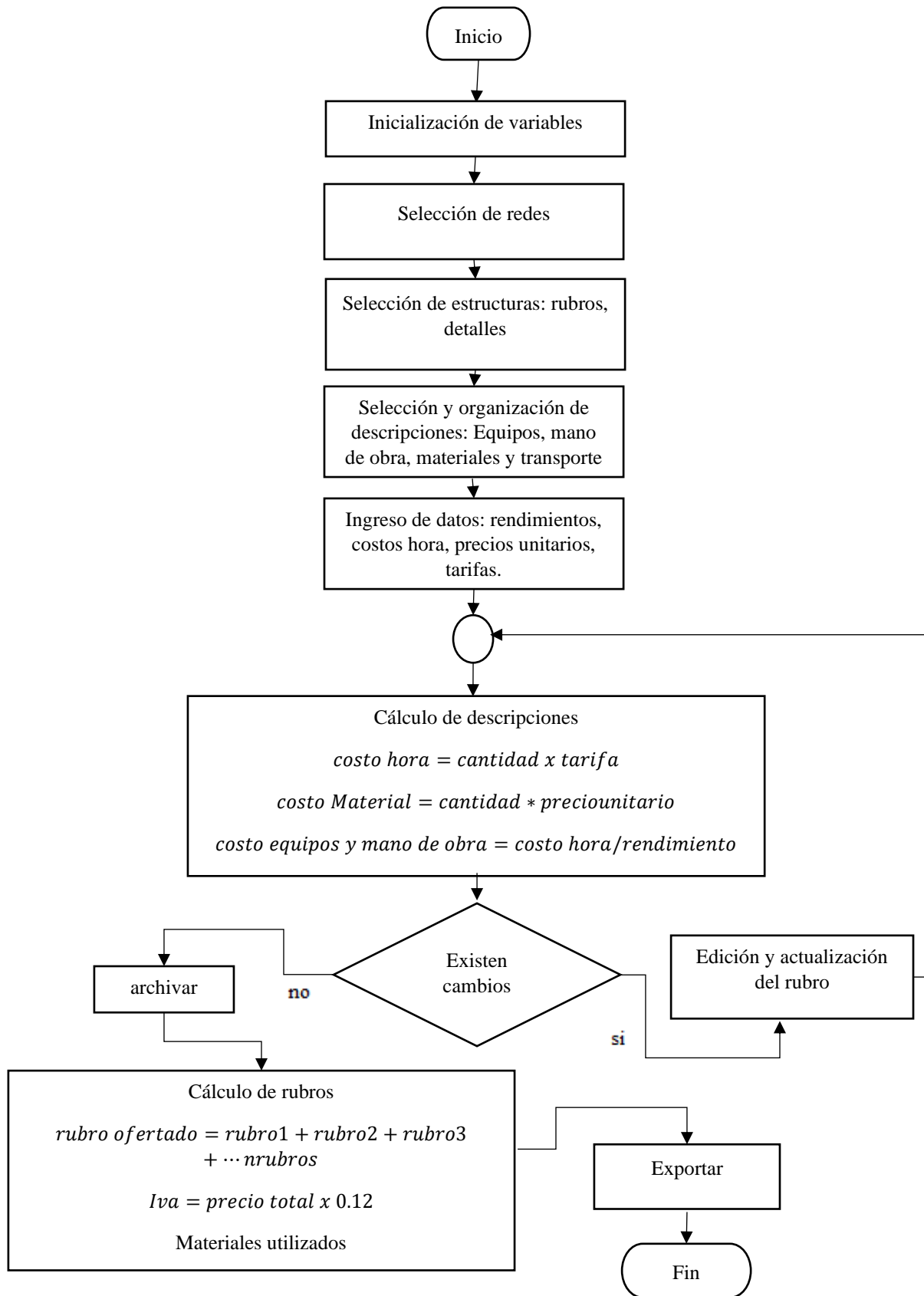
El algoritmo de la herramienta para desarrollar el presupuesto realiza los siguientes pasos:

- Lee datos y asigna valores a las variables.
- Forma las estructuras de tipos de redes.
- Organiza las estructuras según su nivel de voltaje.
- Forma el rubro por editar.
- Muestra valores según el detalle seleccionado.
- Edita y cambia el tipo de valores preestablecidos.
- Cálculo del costo de un subtotal.
- Cálculo del porcentaje de costos indirectos.
- Cálculo del valor ofertado.
- Cálculo del valor a favor.
- Archiva los datos actualizados.
- Describe el rubro y detalle seleccionado.
- Describe los materiales totales utilizados.
- Exporta los datos a un archivo Excel.

Se procesa la información con la herramienta de forma que al ingresar valores se vayan organizando las estructuras, entonces se forma el rubro para el trabajo. De esta forma en cada área se procede a añadir diferentes elementos acordes con las necesidades del usuario.

Además de lo presentado se crea subprogramas para poder dar mayor velocidad al software y poder presentar códigos más simples que procesar y facilidad de corrección de errores en el desarrollo de este, de estos son los archivos con prefijo “*opc*”; cada uno de ellos muestra los diferentes detalles de cada uno de los rubros.

El subprograma “*ingtab.m*” el cual ayuda a ingresar los valores añadidos en sus respectivas tablas. Las opciones adicionales como añadir material, añadir mano de obra, añadir transporte, añadir equipo dependen del área principal que se seleccione; por lo que se presentan las diferentes opciones de cada uno.



**Figura 4.4.** Diagrama de flujo del proceso principal.

#### **4.4.7. Metodología para el cálculo de rubros por estructuras**

A diferencia de otras herramientas informáticas el sistema presentado proporciona mejor navegación y comprensión al momento de interactuar, para una mejor asimilación de lo estipulado se presenta el armado de una estructura.

Al iniciar el estudio de un estructurado o ensamblaje de estructuras ya se encuentra determinado la capacidad lo que procede el inicio a las cotizaciones, el país cuenta con diferentes proveedores de materiales y sus accesorios, estos facilitan una proforma según la necesidad del cliente. A continuación, el sistema luego de elegir el tipo de estructura sea esta monofásica o trifásica entrega una plantilla como, por ejemplo: Suministro e instalación de estructuras monofásicas

#### **TIPO EST - 1CP**

##### **Equipos**

- Camioneta
- Camión
- Camión grúa

##### **Mano de obra**

- Jefe de proyectos
- Jefe liniero
- Liniero

##### **Materiales**

- Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")
- Perno punta de poste de acero galvanizado, tacho, 70 x 450 mm (2 3/4 x 18")
- Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG
- Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm<sup>2</sup> (3/64" x 5/16")

##### **Transporte**



- Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5
- Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")
- Perno punta de poste de acero galvanizado, tacho, 70 x 450 mm (2 3/4 x 18")
- Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG
- Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm<sup>2</sup> (3/64" x 5/16")

$$CUD = M + N + O + P \quad (4.3)$$

Donde:

CDU: Costo unitario directo

M: Subtotal de equipos

N: Subtotal de mano de obra

O: Subtotal de materiales

P: Subtotal de material transportado

En esta plantilla se tiene como equipos a los medios de transporte lo que corresponde al consumo o desgaste que estos contemplen al utilizarse en la función detallada de cada actividad de trabajo, las herramientas necesarias para cada cuadrilla establecen como "herramienta menor" digitada con respecto a su descripción y tiempos de reposición.

Para calcular cada subtotal el rubro se conforma de un rendimiento, tarifas y costos como se puede observar en las tablas 4.5 y 4.6. Tarifas, precios unitarios, rendimientos pueden variar, fija está la formula del cálculo de cada uno correspondiente como se observa en el anexo A. Para este estudio en los costos por equipo especialmente de una camioneta a nivel general en consideración los datos de fábrica como:

- Costo del vehículo según su tonelada
- Vida útil
- Valor residual
- Rendimiento del combustible
- Valor del seguro

Los costos horarios se pueden dividir en tres tipos de costos los cuales se enmarcan el de propiedad, mantenimiento y operación. En otro aspecto está el costo del mantenimiento inmersas en reparaciones realizadas durante la vida útil del vehículo para la validación de su tarifa. En el cálculo del rendimiento están preestablecidos según su grado de dificultad que cada oferente selecciona.

El subtotal de mano de obra puede darse por uno de los factores o mecanismos que son la comisión, alza general, fijación, para el cálculo se hace referencia los valores establecidos por la Contraloría General del Estado, de esta manera se tendrá un precio fijado con el personal.

- Meses de 30 días
- Años de 365 días
- Salario nominal mensual

**Tabla 4.10.** Descripción de materiales con comparaciones de precios.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO	PROV1	PROV2
Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5	c/u	7,5	8,25	8
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6	c/u	3,70	3,90	4,30
Perno punta de poste de acero galvanizado, tacho, 70 x 450 mm (2 3/4 x 18")	c/u	9	9,50	9,80
Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG	m	0,56	0,60	0,65
Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm2 (3/64" x 5/16")	m	0,98	1,00	1,15

El transporte de materiales también se fija con conformidad estipulen o se pongan de acuerdo con el dueño de los equipos o vehículos, el método aplicado a nivel general en este rubro detalla la comparación y calculo haciendo referencia al precio que oferta una empresa distribuidora, en el subtotal de materiales se obtiene precios según cotizaciones por características de cada uno.

**Tabla 4.11.** Formulario para descripción de herramientas y equipos.

DESCRIPCION HERRAMIENTAS	COSTO DIARIO	DIAS DE TRABAJO POR MES	COSTO MENSUAL	HORAS MES	COSTO HORA	CANTIDAD
CAMIONETA	\$ 25.00	30	\$ 750.00	240	\$ 3.13	1.00000
CAMION	\$ 25.00	30	\$ 750.00	240	\$ 3.13	2.00000
CAMIÓN GRUA	\$ 180.00	30	\$ 5,400.00	240	\$ 22.50	1.00000
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	\$ 3.00	30	\$ 90.00	240	\$ 0.38	1.00000

**Tabla 4.12.** Formulario para descripción de la mano de obra.

DESCRIPCION MANO DE OBRA	COSTO DIARIO	DIAS DE TRABAJO POR MES	COSTO MENSUAL	HORAS /MES	COSTO HORA	CANTIDAD
JEFE DE PROYECTO	\$ 29.50	30	\$ 885.00	240	\$ 3.69	1.00000
JEFE LINIERO	\$ 27.50	30	\$ 825.00	240	\$ 3.44	2.00000
LINIERO	\$ 23.50	30	\$ 705.00	240	\$ 2.94	6.00000

La descripción del transporte de materiales para este caso se asume el 2%

Indirectos y utilidades el 0%

Otros indirectos el 10%

#### 4.4.8. Cálculo por descripciones

##### **Camioneta:**

Cálculo del costo mensual:

Costo diario x días de trabajo por mes

$$\text{costo mensual} = 25 \times 30 = 750 \quad (4.4)$$

Cálculo de horas mes:

Horas laborables x días laborables

$$\text{costo mensual} = 8 \times 30 = 240 \quad (4.5)$$

Cálculo del costo hora:

Costo mensual / horas mes

$$\text{costo mensual} = 750 \times 240 = 3,13 \quad (4.6)$$

Costo hora en función a la cantidad de descripciones de equipos

Cantidad x tarifa

$$\text{costo hora } D = 1 \times 3,13 = 3,13 \quad (4.7)$$

Costo:

Costo hora /rendimiento

$$\text{costo} = \frac{3,13}{5,41} = 0,58 \quad (4.8)$$

Cantidad = 1

Rendimiento = 5,41

##### **Camión:**

Cálculo del costo mensual:

Costo diario x días de trabajo por mes

$$\text{costo mensual} = 25 \times 30 = 750$$

Cálculo de horas mes:

Horas laborables x días laborables

$$\text{costo mensual} = 8 \times 30 = 240$$

Cálculo del costo hora:

Costo mensual / horas mes

$$\text{costo mensual} = 750 \times 240 = 3,13$$

Costo hora en función a la cantidad de descripciones de equipos

Cantidad x tarifa

$$\text{costo hora } D = 2 \times 3,13 = 6,26$$

Costo:

Costo hora /rendimiento

$$\text{costo} = \frac{6,26}{5,41} = 1,16$$

Cantidad = 2

Rendimiento = 5,41

**Camión grúa:**

Cálculo del costo mensual:

Costo diario x días de trabajo por mes

$$\text{costo mensual} = 180 \times 30 = 5400$$

Cálculo de horas mes:

Horas laborables x días laborables

$$\text{costo mensual} = 8 \times 30 = 240$$

Cálculo del costo hora:

Costo mensual / horas mes

$$\text{costo mensual} = 5400 / 240 = 22,50$$

Costo hora en función a la cantidad de descripciones de equipos

Cantidad x tarifa

$$\text{costo hora } D = 1 \times 22,50 = 22,50$$

Costo:

Costo hora /rendimiento

$$\text{costo} = \frac{22,50}{5,41} = 4,16$$

Cantidad = 1

Rendimiento = 5,41

### **Herramientas y equipos:**

Cálculo del costo mensual:

Costo diario x días de trabajo por mes

$$\text{costo mensual} = 3 \times 30 = 90$$

Cálculo de horas mes:

Horas laborables x días laborables

$$\text{costo mensual} = 8 \times 30 = 240$$

Cálculo del costo hora:

Costo mensual / horas mes

$$\text{costo mensual} = 90 / 240 = 0,38$$

Costo hora en función a la cantidad de descripciones de equipos

Cantidad x tarifa

$$\text{costo hora } D = 1 \times 0,38 = 0,38$$

Costo:

Costo hora /rendimiento

$$\text{costo} = \frac{0,38}{5,41} = 0,07$$

Cantidad = 1

Rendimiento = 5,41

En relación con la mano de obra se tiene que:

**Jefe de proyecto:**

Cálculo del costo mensual:

Costo diario x días de trabajo por mes

$$\text{costo mensual} = 29,50 \times 30 = 885$$

Cálculo de horas mes:

Horas laborables x días laborables

$$\text{costo mensual} = 8 \times 30 = 240$$

Cálculo del costo hora o jornal:

Costo mensual / horas mes

$$\text{costo hora} = 885 / 240 = 3,69$$

Cálculo del Costo hora en función de la cantidad de descripciones

$$\text{costo hora} = 3,69 \times 1 = 3,69 \quad (4.9)$$

Costo:

Costo hora /rendimiento

$$\text{costo} = \frac{3,69}{5,41} = 0,68$$

Cantidad = 1

Rendimiento = 5,41

**Jefe liniero:**

Cálculo del costo mensual:

Costo diario x días de trabajo por mes

$$\text{costo mensual} = 27,50 \times 30 = 825$$

Cálculo de horas mes:

Horas laborables x días laborables

$$\text{costo mensual} = 8 \times 30 = 240$$

Cálculo del costo hora:

Costo mensual / horas mes

$$\text{costo mensual} = 825 / 240 = 3,44$$

Cálculo del Costo hora en función de la cantidad de descripciones

$$\text{costo hora} = 3,44 \times 2 = 6,88$$

Costo:

Costo hora /rendimiento

$$\text{costo} = \frac{6,88}{5,41} = 1,27$$

Cantidad = 2

Rendimiento = 5,41

**Liniero:**

Cálculo del costo mensual:

Costo diario x días de trabajo por mes

$$\text{costo mensual} = 23,50 \times 30 = 705$$

Cálculo de horas mes:

Horas laborables x días laborables

$$\text{costo mensual} = 8 \times 30 = 240$$

Cálculo del costo hora:

Costo mensual / horas mes

$$\text{costo mensual} = 705 / 240 = 2,94$$

Cálculo del Costo hora en función de la cantidad de descripciones

$$\text{costo hora} = 6 * 2,94 = 17,64$$

Costo:

Costo hora /rendimiento

$$\text{costo} = \frac{17,64}{5,41} = 3,26$$

Cantidad = 6

Rendimiento = 5,41

**Materiales:**

la cantidad y la unidad de materiales vienen estipuladas por las unidades de construcción, así como los precios se detallan por las cotizaciones realizadas

Costo total:

$$\text{costo} = \text{cantidad} * \text{precio unitario} \quad (4.10)$$

Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 Kv, ANSI 55-5

$$\text{Costo} = 1 * 6,75 = 6,75$$

Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 ½ x 5/32 x 6 ½")

$$\text{Costo} = 2 * 3,11 = 6,23$$

Perno punta de poste de acero galvanizado, tacho, 70 x 450 mm (2 ¾ x 18")

$$\text{Costo} = 1 * 8,11 = 8,11$$

Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG

$$\text{Costo} = 2 * 0,50 = 1$$

Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm<sup>2</sup> (3/64" x 5/16")

$$\text{Costo} = 1 * 0,88 = 0,88$$

Para el transporte de materiales se asigna el 2% del precio unitario del material, para este método se procede a calcular por cada material su tarifa



$$\text{Precio de transporte} = \text{precio unitario} * \% \text{utilizado} \quad (4.11)$$

Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 15 kV, ANSI 55-5

$$\text{Tarifa} = 6,75 * 2\% = 0,14$$

Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")

$$\text{Tarifa} = 3,11 * 2\% = 0,06$$

Perno punta de poste de acero galvanizado, tacho, 70 x 450 mm (2 3/4 x 18")

$$\text{Tarifa} = 8,10 * 2\% = 0,16$$

Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG

$$\text{Tarifa} = 0,50 * 2\% = 0,01$$

Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm<sup>2</sup> (3/64" x 5/16")

$$\text{Tarifa} = 0,88 * 2\% = 0,02$$

El costo unitario directo se calcula como se describe en la ecuación 4.2.

$$CUD = 5,96 + 5,21 + 22,97 + 0,46 = 34,6$$

El valor ofertado se calcula con respecto al porcentaje de costos indirectos.

$$\text{valor ofertado} = CDU + \text{costos indirectos} \quad (4.12)$$

$$\text{valor ofertado} = 34,6 + 3,46 = 38,060$$

Esta es la organización de un detalle que es parte del rubro de estructuras monofásicas, para que el proyecto vaya siendo calculado se necesita de los totales de cada rubro y posteriormente se sumen dando así un precio total del proyecto a realizar como se observa en el anexo B.

#### **4.4.9. Metodología de rubros individuales**

Para los rubros separados se realiza un rubro por cada material y por un trabajo a ejecutar el desarrollo tiene la estructura similar a la metodología anterior, en cada empresa tienen variaciones de procesos ajustándose así a las políticas interiores.

El objetivo de encontrar un rubro por una mano de obra es poder determinar el valor a ser ofertado que este aporta al presupuesto completo esto también resulta en hallar el valor de materiales para que el análisis de precios unitarios sea más desglosado.

Este proceso se determina una vez que se tiene los resultados del estudio anteriormente corregido y realizado, los datos de rendimientos, tarifas, costos hora, cantidades, posteriormente son calculados con el fin de dar un costo total a ser ofertado. El método de mano de obra se muestra a continuación.

Para la de terminación del costo hora se realiza el cálculo con referencia a su cantidad y tarifa preestablecidas, la multiplicación de ambos datos tendrá resultado del costo de hora individual de cada descripción que para esta metodología se tiene herramienta menor, jefe de grupo, liniero 1, liniero 2, camioneta.

Costo hora

$$\text{costo hora} = \text{cantidad} \times \text{tarifa} \quad (4.13)$$

Para el rendimiento utilizar como datos los precios de su valor unitario referenciados en el presupuesto para contratistas.

Datos obtenidos:

Valor unitario de un desmontaje de luminarias de 70W = 5,04

Valor unitario de un montaje de luminarias de 70W= 5,04

Porcentaje de descuento para considerar = 18%

Costo de hora y tarifa

$$CHD = d_1 + d_2 + d_3 \dots n_d \quad (4.14)$$

Donde:

CHD: costo hora por descripción

$d_1$ : descripciones por subtotal

Costo de hora y tarifa total

CHDT

$$CHDT = d_{t1} + dt_2 + dt_3 + dt_4 \quad (4.15)$$

Donde:

CHDT: costo hora total

$d_{t1}$ : costo hora de equipos

$dt_2$  : costo hora total mano de obra

$dt_3$  : costo hora total materiales

$dt_4$  : costo hora total transporte

Porcentaje para considerar:

$$\% = CHDT(I_u + O_i) \quad (4.16)$$

Donde:

CHDT: costo hora total

$I_u$ : Porcentaje de indirectos y utilidades

$O_i$ : Porcentaje de otros indirectos

Calculo con respecto al porcentaje para considerar y el costo hora total

$$Suma = CHDT + \% \quad (4.17)$$

Cálculo del rendimiento original en función al costo referencial

$$Ro = C_r / suma \quad (4.18)$$

Donde:

Ro: Rendimiento original

$C_r$  : costo referencial

$suma$  : sumatoria con respecto al porcentaje de descuento y costo hora

Calculo en función al porcentaje de descuento:

$$RD = Ro - \left( Ro * \frac{\text{descuento}}{100} \right) \quad (4.19)$$

Desarrollo de un rubro por materiales:

Precio unitario en función al porcentaje de descuento y costo referencial

$$PUR = \left( \frac{P_r}{1 + I_u + O_i} \right) \quad (4.20)$$

Donde:

$P_r$  : Precio referencial

$I_u$  : Porcentaje de indirectos y utilidades



## **5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1. IMPACTO**

En principios, las facilidades de poder obtener un ordenador eran escasas gracias a su composición mecánica y lógica, con el tiempo la tecnología tuvo evolución mejorando los espacios de trabajo con nuevas herramientas de trabajo, pero se tenía comandos difíciles de memorizar, con interfaces CLI se hicieron patentes importantes haciendo referencia a la escritura de líneas de código.

Las GUI creadas son mucho más que una herramienta que facilita la interacción entre sistemas utilizados en diferentes lenguajes. Se convierte en una forma de ingresar valores al influir en la dinámica de trabajar con presupuestos y otros equipos electrónicos de toda esta generación. Además, ha llevado al desarrollo de tipos de rubros con rápidos resultados.

La economía que presenta es de bajo valor frente a las diferentes herramientas, softwares creados a medida que pasan los años, como un ejemplo de Dired-CAD que sus inicios son desde el año 2000 y está vigente su versión hasta el presente año, las instalaciones y descargas de este y otras opciones van desde los \$300 dólares precios que son mensuales por otra parte al ser anual van creciendo significativamente.

Las funciones que presenta son fáciles de entender, con el uso del ratón, las flechas del cursor, la tecla enter, da una mejor interacción en el usuario y el entorno, la edición de datos es directa sin ingresar códigos, las listas desplegadas permiten seleccionar una estructura de forma ágil y sencilla.

### **5.2. DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO**

Para realizar los cálculos del presupuesto, se desarrolló una interfaz gráfica de usuario de Matlab, más tarde se utilizarán para diferentes cálculos de los rubros principales como equipos, mano de obra, materiales y transporte, que da como resultado total del proyecto por ejecutarse.

La aplicación desarrollada es una herramienta digital que, una vez ingresadas las variables, permite al usuario crear un presupuesto global para una red de distribución aérea o subterránea. También es posible obtener un presupuesto de construcción parcial si el usuario lo desea. Se pueden crear presupuestos parciales para diferentes tipos de obras.

Se basa en una interfaz gráfica de fácil manejo. Esta interfaz permite al usuario observar en primer lugar el tipo de trabajo a realizar (red de distribución aérea o subterránea), a continuación,

muestra varias ventanas de decisión en las que el usuario puede registrar e introducir las cantidades en detalle. Además, la aplicación permite calcular un presupuesto.

La aplicación se desarrolló en el entorno de programación Matlab, utilizando las características de programación visual de la herramienta “*APP Designer*”. La lógica de programación se basa en la posibilidad de seleccionar opciones como el tipo de obra eléctrica (aérea o subterránea), el tipo de estructura, el transformador de distribución y otros parámetros proporcionados por la aplicación, de forma que se puedan cubrir todas las necesidades que puedan surgir a la hora de calcular el presupuesto de construcción de una red de distribución prefabricada aérea o subterránea.

### 5.3. APLICACIÓN DEL PROGRAMA AL MONTAJE DE UN TRANSFORMADOR

En este capítulo se desarrollan los rubros y presupuesto aplicando la herramienta desarrollada el primer rubro es un transformador T1 10KVA CSP (TRT-1A10) y los rubros completos del proyecto total de medio y bajo voltaje “RED DE MEDIO VOLTAJE, MONTAJE DE TRANSFORMADOR, RED DE BAJO VOLTAJE Y ALUMBRADO PUBLICO "SOLUCION VIAL INGRESO SUR DE LA CIUDAD DE LATACUNGA - 2X5 + 1X10 KVA" -TIOBAMBA - INGRESO SUR”

El rubro del transformador contiene las cuatro descripciones básicas, se aplica el método de utilizar el transporte con un 2% en función al costo del material y el rendimiento según el trabajo a realizar. En la tabla 5.1 se presentan los datos de los materiales, para el cálculo del presupuesto

**Tabla 5.1.** Materiales con la unidad, cantidad y precio unitario.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT
Transformador monofásico autoprotegido 10 KVA, 13200 GRDY/ 7620 V-	c/u	1.00	844.80
Abrazadera doble para Transformador	c/u	2.00	6.72
cable de cobre aislado # 8 AWG,	m	5.00	0.99
Conector estanco, doble dentado, principal 16 a 150 mm <sup>2</sup> (5 - 300 ), derivad	c/u	6.00	2.70
CONECTOR ANDERSON LC-52-A	c/u	1.00	3.23
Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	c/u	1.00	6.08
Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	c/u	1.00	8.69

En la tabla 5.3. se observa los precios fijados por el sueldo a pagar en el proyecto correspondientes a continuación. Además, en la tabla 5.4. se muestra los equipos a utilizar que hace referencia a los costos diarios con los días laborables dando así un total.

**Tabla 5.2.** Mano de obra requerido para la construcción.

DESCRIPCION	MESES	SUELDO
JEFE DE PROYECTO	5.41	885
JEFE LINIERO	5.41	825
LINIERO	5.41	705

**Tabla 5.3.** Equipos utilizados para el proyecto ejecutado.

DESCRIPCION	DIAS	COSTO DIARIO	TOTAL
CAMIONETA	324.44	\$ 25.00	8,111.11
CAMION	162.22	\$ 25.00	-
CAMIÓN GRUA	30.00	\$ 180.00	5,400.00
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	324.44	\$ 3.00	973.33

El transporte es 2% como se detalló al inicio del estudio los cálculos se realiza en el software Excel para corroborar los datos obtenidos con la aplicación realizada en “AppDesigner”. El cálculo del costo hora, tarifas y rendimientos se hace referencia al equipo y mano de obra presente en los días que se trabaja en el sector, el rendimiento utilizado para el caso del transformador es 0,685.

Los resultados obtenidos en Excel se muestran de la tabla 5.5. Para el cálculo del costo hora da como resultado al multiplicar el jornal hora por la cantidad de descripciones establecidas como se observa en la ecuación 4.8. se multiplica la cantidad por la tarifa para obtener el costo hora como se muestra en la ecuación 4.8.

**Tabla 5.4.** Resultados de la descripción de mano de obra.

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
JEFE DE PROYECTO	1.00	3.69	3.69	0.685	5.39
JEFE LINIERO	2.00	3.44	6.88	0.685	10.04
LINIERO	6.00	2.94	17.64	0.685	25.75

**Tabla 5.5.** Resultados obtenidos de la descripción de Equipos.

EQUIPOS				UNIDAD	"
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CAMIONETA	1.00	3.13	3.13	0.685	4.57
CAMION	2.00	3.13	6.26	0.685	9.14
CAMIÓN GRUA	1.00	22.50	22.50	0.685	32.85
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	1.00	0.38	0.38	0.685	0.55

**Tabla 5.6.** Resultados obtenidos de la descripción en materiales.

<b>MATERIALES</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Transformador monofásico autoprotegido 10 KVA, 13200 GRDY / 7620 V -	c/u	1.00	844.80	844.80
Abrazadera doble para Transformador	c/u	2.00	6.72	13.45
cable de cobre aislado # 8 AWG,	m	5.00	0.99	4.95
Conector estanco, doble dentado, principal 16 a 150 mm <sup>2</sup> (5 - 300), derivad	c/u	6.00	2.70	16.20
CONECTOR ANDERSON LC-52-A	c/u	1.00	3.23	3.23
Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	c/u	1.00	6.08	6.08
Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	c/u	1.00	8.69	8.69

En la tabla 5.7. Los materiales constan de un transformador como dispositivo, herrajes, cable, conectores, estribo, y una grapa de aleación su unidad se basa en metros y c/u, su costo por material resulta al multiplicar la cantidad por el precio unitario como detalla la ecuación 4.10.

**Tabla 5.7.** Resultados del transporte de materiales aplicando el 2%.

<b>TRANSPORTE</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>
Transformador monofásico autoprotegido 10 KVA, 13200 GRDY / 7620 V -	c/u	1.00	16.90	16.90
Abrazadera doble para Transformador	c/u	2.00	0.13	0.27
cable de cobre aislado # 8 AWG,	m	5.00	0.02	0.10
Conector estanco, doble dentado, principal 16 a 150 mm <sup>2</sup> (5 - 300), derivad	c/u	6.00	0.05	0.32
CONECTOR ANDERSON LC-52-A	c/u	1.00	0.06	0.06
Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	c/u	1.00	0.12	0.12
Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	c/u	1.00	0.17	0.17

Para el transporte de materiales se calcula según el precio unitario multilicando la cantidad por la tarifa fijada al momento de encontrar el costo hora en una primera instancia aplicando el 2% anteriormente detallado, se suma los totales de las descripciones.

**Tabla 5.8.** Costo total incluidos los costos indirectos.

<b>COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		1,003.630
<b>G) INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	<b>0.00%</b>	0.000
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>10.00%</b>	100.36
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		1,103.990
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>1,103.990</b>

Los Precios que están al final de cada rubro comprenden de los unitarios tanto directos como indirectos que estan representados en un porcentaje, son valores o cantidades que son variables definidos por cada uno de los oferentes de acuerdo a la disposición de la ubicación del proyecto.

El costo total del rubro hace referencia a la unidad, este valor se multiplica según el número de trabajos que requiere un proyecto, muchos analisis toman en cuenta un replanteo del proyecto.



### 5.3.1. Comparación de resultados en la aplicación principal

The screenshot shows the main interface of the application. On the left, there are two main categories: 'AEREAS' (highlighted with a dashed border) and 'SUBTERRANEAS'. Below these are two buttons: 'actualizar' and 'borrar'. In the center, there are two data tables. The first table has columns 'Rubro' and 'Detalle', with rows numbered 1 to 4. The second table has columns 'DESCRIPCION', 'UNIDAD', and 'CANTIDAD', also with rows numbered 1 to 4. Below the tables is a summary table:

subtotal	0
iva 12%	0
total	0

At the bottom, there are two input fields: 'Ingrese ruta' with the value 'C:\Users\jary\Desktop\tesistaF\...' and 'Ingrese nombre de' with the value 'SalidaDatos.xlsx'. To the right of these fields are two buttons: 'IMPORTAR A EXCEL' and 'ABRIR ARCHIVO EXCEL'. A prominent blue box at the bottom right contains the text: 'PARA GRABAR NUEVO ARCHIVO DEBE CERRAR APLICACION EXCEL'.

**Figura 5.1.** Pantalla de inicio.

En la figura 5.1. y 5.2 detallan las opciones disponibles para elegir el transformador a instalar, cada una en la lista tiene su submenú con la característica como se detalla en la tabla 4.2. y 4.3.

The screenshot shows a menu titled 'REDES AEREAS'. It contains several buttons arranged in a grid:

- MEDIO VOLTAJE
- TRANSFORMADORES
- BAJO VOLTAJE
- ALUMBRADO PUBLI...
- TENSORES
- PUESTA A TIERRA
- ACOMETIDAS Y MEDIDORES
- SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

**Figura 5.2.** Opciones para medio y bajo voltaje.

Al seleccionar la opción transformadores, se elige según sus fases como se indica en la tabla 4.3. que para este caso es un transformador monofasico autoprotegido, de inmediato muestra una interfáz para empezar a editar el rubro con las descripciones como contienen las hojas del rubro calculado en el software excel como se muestra en la figura 5.2.

Ademas al comparar con los resultados de las hojas de calculo y el programa desarrollado, se observa que el rango de error es aceptable dado que en excel se utiliza la formula redondear. Es decir, la gran variedad de equipos y materiales la herramienta cuenta con cantidades y plantillas a las que se ajusta las unidades de construcción de la ARCERNNR.

**Transformadores Monofasico**

nombre de: transformador autoprotegido

seleccione detalle: TIPO TRT-1C(1)

cantidad: 1

EL DETALLE SELECCIONADO: TIPO TRT-1C(1)

Subtotal M:  
Subtotal N:  
Subtotal O:  
Subtotal P:  
Subtotal  
costos indirectos: 1  
otros indirectos: 10  
costo del rubro  
costo ofertado: 100

equipo					
descripcion	cantidad	tarifa	costo hora	rendim	
1	1				
2	2				
3	3				
4	4				

materiales						
descripcion	unidad	cantidad	cantidad total	precio unitario	cost	
1		1				
2		2				
3		3				
4		4				

mano de obra					
descripcion	cantidad	tarifa	costo hora	rendim	
1	1				
2	2				
3	3				
4	4				

transporte					
descripcion	unidad	cantidad	cantidad total	tarifa	cost
1		1			
2		2			
3		3			
4		4			

**Figura 5.3.** Pantalla de inicio con respecto al rubro.

Pasos para editar el rubro:

**Elección del rubro**

Ahora se escribe el rubro a trabajar como lo es transformador autoprotegido

**Definición del detalle**

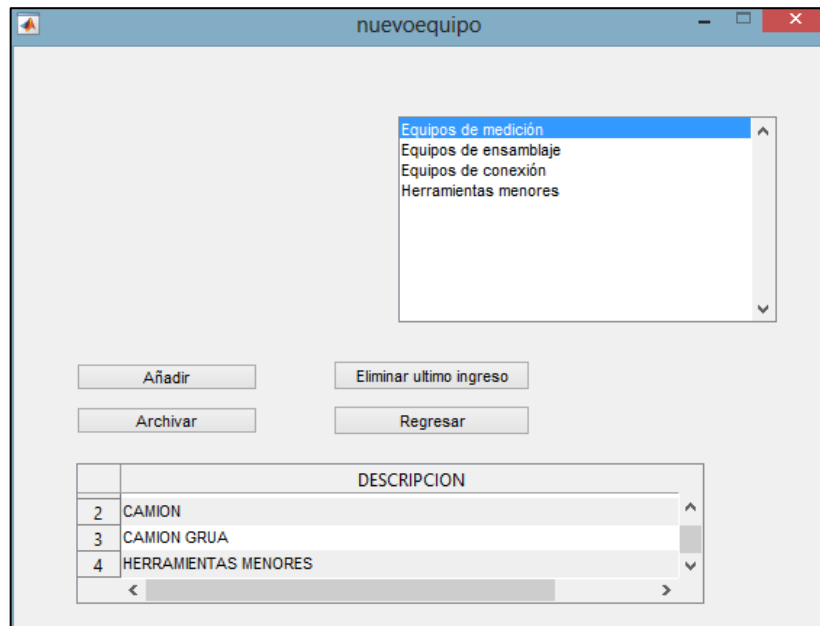
TIPO TRT-1A (1)

**Mostrar valores**

Los datos arrojados por la base de datos no cuentan con los materiales completos por tanto se procede al paso siguiente

### Añadir equipos

Para añadir equipos la opción se encuentra en la pantalla principal del rubro por desarrollar en este caso la lista es camioneta, camión, camión grúa, herramientas menores, el programa facilita una lista en función a una autoría mediante trabajos realizados.



**Figura 5.4.** Selección de la descripción equipos.

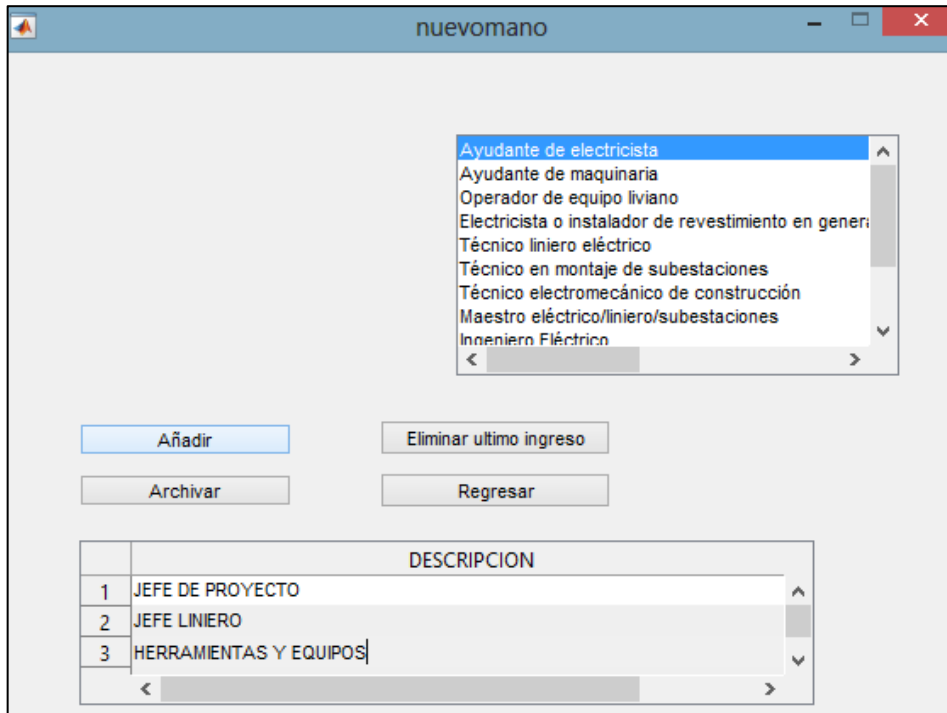
Ya archivadas las opciones se redirecciona al rubro en el que se está editando por lo que la selección (actualizar) en la figura 5.3. muestra los cambios en la sección equipos como se muestra en la figura 5.5.

equipo	
	descripcion
1	CAMIONETA
2	CAMION
3	CAMION GRUA
4	HERRAMIENTA Y EQ

**Figura 5.5.** Datos actualizados en la sección equipos.

### Selección mano de obra

Igualmente, las opciones que no están en la plantilla se añaden en la descripción de selección para que se actualicen los datos, la lista que contiene el programa se basa en los tipos de ocupaciones laborales según la Contraloría General del Estado como se observa en la figura 5.6. para este caso la lista laboral utilizada es elegida por el oferente (jefe de proyecto, jefe liniero, liniero).



**Figura 5.6.** Selección de la descripción mano de obra.

De este modo los datos añadidos se archivan y se actualizan, es decir el rubro ya tiene su tercera descripción completa, el paso siguiente es añadir materiales.

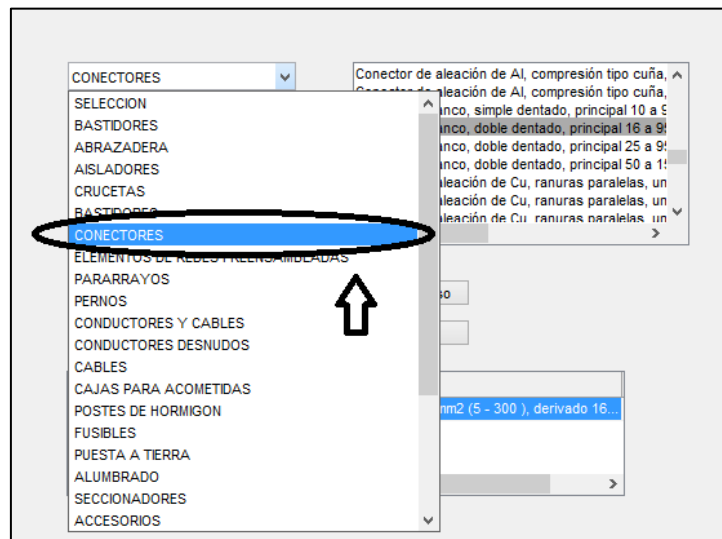
mano de obra	
	descripcion
1	JEFE DE PRO...
2	JEFE LINIERO
3	LINIERO

**Figura 5.7.** Datos actualizados de la sección mano de obra.

### Selección de materiales

Los materiales que no estén presentes en la base de datos se elige la opción de añadir materiales, que para este caso son los siguientes:

- Conector estanco, doble dentado, principal 16 a 150 mm<sup>2</sup> (5 - 300), derivado 16 a 120 mm<sup>2</sup> (5 - 4/0 AWG) DP7
- CONECTOR ANDERSON LC-52-A
- Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación
- Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente

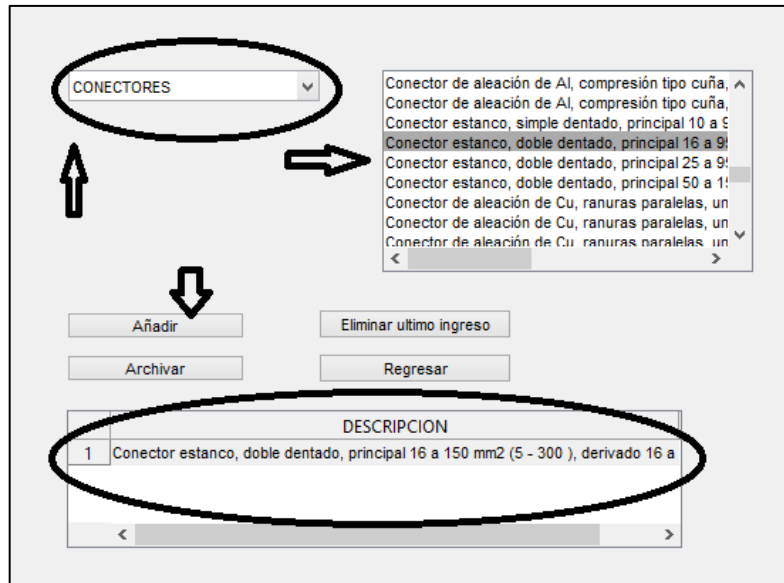


**Figura 5.8.** Lista de materiales-conectores.

De igual forma que se elige el conector se procede con el otro tipo de conector, el estribo y la grapa, para añadir el material al rubro se seguirá este orden:

- conectores
- selección del conector
- añadir
- archivar

Al unificar las 4 opciones estas dan resultado de inmediato, el conector elegido ingresa a la parte de materiales, entonces, edita la cantidad precio unitario, el programa realiza la multiplicación para que se efectuó el costo total de cada material previamente seleccionado en la figura.9. se muestra la selección.



**Figura 5.9.** selección de materiales para añadir al rubro.

A través de la opción añadir materiales se ingresa elementos que no se encuentran en la plantilla seleccionada, entre tanto el procedimiento se muestra en la imagen 5.4. y 5.5. Al seleccionar y archivar los 4 materiales requeridos en el rubro principal con el botón actualizar si visualiza los cambios efectuados.

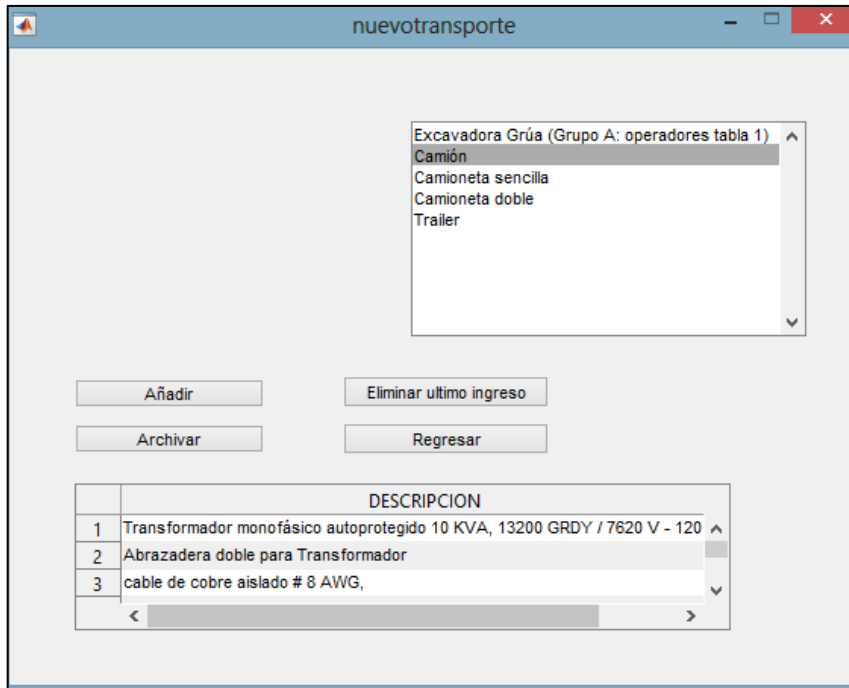
materiales	
	di
1	Transformador monoc
2	Abrazadera doble pa
3	cable de cobre aisl
4	Conector estanco, d

**Figura 5.10.** Materiales actualizados.

### Selección del transporte

- Los mismos materiales que para este caso presentan una tarifa del 2%
- Equipos de transporte a utilizar

A través de los mismos materiales como en el rubro del transformador, primero define el número de ítems al añadir una descripción aquí se elige 7 recuadros para en lo posterior copiar y pegar los datos como se observa en la figura 5.11.



**Figura 5.11.** Selección de la descripción transporte.

transporte		
	descripcion	u
1	Transformad...	c/u
2	Abrazadera ...	c/u
3	cable de cob...	m
4	Conector est...	c/u

**Figura 5.12.** Materiales por transportar.

### Resultados del rubro completo:

Luego de haber editado las cuatro descripciones se digita los rendimientos y tarifas respectivamente, las cantidades y unidades vienen dadas por las unidades de construcción entonces, ya sin tener cambios se actualiza y de inmediato el programa expone como se observa en la figura 5.13.

El cambio de descripciones se añade a la sección de transporte como se observa en la figura 5.12. Los datos en las diferentes plantillas de añadir se presenta una tabla, la cual ira almacenando los datos seleccionados y poder archivarlos en la plantilla de la cual procede, cada plantilla añadir posee sus propios elementos, únicos para cada área.

Subtotal M:	47.11
Subtotal N:	41.18
Subtotal O:	897.39
Subtotal P:	17.91
Subtotal	1003.59
costos indirectos:	<input type="text" value="0"/> 0
otros indirectos	<input type="text" value="10"/> 100.36
costo del rubro	1103.95
costo ofertado:	<input type="text" value="1270.41"/>
la oferta actual es= 166.46 a favor	

**Figura 5.13.** Resultado total del rubro.

### Archivar datos

Ya con los valores y resultados deseados el siguiente paso es archivar cada rubro para que así el programa exporte valores a un archivo Excel, entonces se ingresa la ruta del almacenamiento, para este caso será (C:\Users\Ruben\Desktop\), nombre del archivo (SalidaDatos.xlsx) como se muestra en la figura 5.14.

Con la opción importar de inmediato el archivo está a disposición en la dirección de almacenamiento preestablecido, este archivo contiene una hoja con el costo total del rubro del transformador y otra hoja con los materiales utilizados. cómo se observa en el anexo C.

**Figura 5.14.** Importación de datos.

**Tabla 5.9.** Comparación de resultados.

subtotal	Excel	Principal
Subtotal M	47.11	47.11
Subtotal N	41.18	41.18
Subtotal O	897.39	897.39
Subtotal P	17.95	17.91
costo unitario directo	1,004	1003.59
Indirectos y utilidades	0%	0
Otros indirectos 10%	100.36	100.36
costo total del rubro	1103.99	1103.95



Al comparar los resultados con el libro de Excel el valor de cada subtotal es el mismo con excepción del transporte de materiales que arroja un error del 0,004 un error admisible frente al costo total referenciado, entonces la comparación es la siguiente como se muestra en la tabla 5.9.

#### **5.4. APLICACIÓN AL PROYECTO DE RED EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE**

El proyecto para ofertarse presenta una especificación como: red de medio voltaje, montaje de transformador, red de bajo voltaje y alumbrado público, estas son necesidades del sector que la empresa distribuidora con anterioridad a estudiado, contiene 21 rubros, al ser un presupuesto real es necesario realizar la comparación de resultados del software “*Puniv*” y la herramienta desarrollada que permita validar los resultados con un porcentaje de error admisible.

##### **5.4.1. Datos generados**

El detalle completo de los materiales equipos, manos de obra y transporte organizados y calculados con el programa “*puniv*” se encuentran en el anexo F.

Se realiza el presupuesto en la herramienta desarrollada con:

- El 5% del transporte
- Mismos materiales
- Diferentes rendimientos
- Diferentes manos de obra

Como primer paso se ingresa a la interfaz como se puede observar en la figura 5.1. las opciones para la configuración y elección de las estructuras se hicieron según el nivel de voltaje o disponibilidad del proyecto:

La plantilla que se utiliza se puede observar en el procedimiento desde la tabla 5.1 a 5.8 los equipos utilizados son: Camión grúa, herramientas menores, concreteira, compactadora, suelda, la tarifa desde el peón hasta el jefe de proyecto varía de 1,87 hasta 3,69 respectivamente, Para el costo hora se calcula según la ecuación 4.7.

El rendimiento fue obtenido en base a la experiencia de trabajos ya realizados, estas operaciones dan como resultado el costo de cada descripción dando como resultado el precio total del presupuesto. Los resultados del rubro transformador auto protegido 5KVA son:

Los transformadores son monofásicos autoprottegidos utilizan un rendimiento del 0.70 y 0,75 respectivamente, los detalles y descripciones están editadas como rubro: numeración arábica, detalle: el tipo de transformador, el transporte en base al porcentaje señalado arroja subtotales como se muestra en la figura 5.15. los resultados obtenidos por la herramienta desarrollada se pueden observar en el anexo G.

Subtotal M:	36.26
Subtotal N:	29.93
Subtotal O:	1902.15
Subtotal P:	94.71
Subtotal	2063.05
costos indirectos:	<input type="text" value="0"/> 0

**Figura 5.15.** Subtotales del transformador autoprottegido 5KVA.

También los postes mantienen los costos de hora en mano de obra lo que cambia es el número de integrantes de la cuadrilla, los rendimientos según el poste de concreto y el ornamental con rendimiento de 0.75 ya que en el ornamental se tiene como segundo material un brazo para luminaria esto consta también en rendimiento de los equipos.

Subtotal M:	33.84
Subtotal N:	27.93
Subtotal O:	275
Subtotal P:	13.75
Subtotal	350.52
costos indirectos:	<input type="text" value="20"/> 70.1
otros indirectos	<input type="text" value="0"/> 0
costo del rubro	420.62
costo ofertado:	<input type="text" value="420.62"/>

**Figura 5.16.** Subtotales del poste circular de concreto.

Para el caso de los conductores los costos de mano de obra son los mismos y lo que cambia su valor es cada rendimiento en función al trabajo realizado con cada tipo de conductor, los valores en equipos como el camión grúa varían su rendimiento de 0,75 a 500, por el tiempo a ser utilizado el valor de 1 desciende a 0.5, 0.4, esto en función a experiencias laborales, lo que sí es fijo en cuanto al rendimiento en todos los rubros es que en los equipos y mano de obra se fija un solo rendimiento en base a la metodología utilizada de la tabla 4.11.

Subtotal M:	0
Subtotal N:	0.06
Subtotal O:	7.8
Subtotal P:	0.39
Subtotal	8.25
costos indirectos:	<input type="text" value="20"/> 1.65
otros indirectos	<input type="text" value="0"/> 0
costo del rubro	9.9
costo ofertado:	<input type="text" value="9.9"/>

**Figura 5.17.** Subtotales del conductor TTU#1/0.

La puesta a tierra además de lo ya señalado anteriormente en los rubros su rendimiento es 0.70 el 5 % del precio de cada material como a todos los rubros se mantiene dando como resultados a cada descripción como se observa en la figura 5.18.

Subtotal M:	0.54
Subtotal N:	14.39
Subtotal O:	224.8
Subtotal P:	11.24
Subtotal	250.97
costos indirectos:	<input type="text" value="20"/> 50.19
otros indirectos	<input type="text" value="0"/> 0
costo del rubro	301.16
costo ofertado:	<input type="text" value="301.16"/>
la oferta actual es=	0 en contra

**Figura 5.18.** Subtotales de P. A TIERRA COND. DE CU CALIBRE 2 AWG 2 VAR.

El seccionamiento con el rendimiento de 0.35 los costos hora permanecen dan como resultados:

Subtotal M:	1.09
Subtotal N:	43.96
Subtotal O:	234.98
Subtotal P:	11.75
Subtotal	291.78
costos indirectos:	<input type="text" value="20"/> 58.36
otros indirectos	<input type="text" value="0"/> 0
costo del rubro	350.14
costo ofertado:	<input type="text" value="350.14"/>

**Figura 5.19.** Subtotales de SECC. 13KV 1F CON SECCIONADOR FUS. UNIPOLAR AB.  
100<sup>a</sup>.

El tensor de la misma forma cambia su rendimiento a 0.75 y mantiene los costos hora con el formato de mano de obra igual a los anteriores con estos datos se tiene estos subtotales:

Subtotal M:	0.51
Subtotal N:	15.92
Subtotal O:	116.12
Subtotal P:	14.99
Subtotal	147.54
costos indirectos:	<input type="text" value="20"/> 29.51
otros indirectos	<input type="text" value="0"/> 0
costo del rubro	177.05
costo ofertado:	<input type="text" value="177.05"/>

**Figura 5.20.** Subtotales de TENSOR A TIERRA DOBLE EN REDES DE DIST. 13 KV.

Por otra parte, el pozo pertenece a la configuración de redes subterráneas, por consiguiente, la descripción de mano de obra y equipos se añade maestro albañil, con el precio de 2.94 costo hora como precio fijado el rendimiento es de 0.90 según trabajos realizados, se mantiene el 5% del transporte a los materiales que resulta lo siguiente como se muestra en la figura 5.21.

Subtotal M:	28.65
Subtotal N:	13.27
Subtotal O:	92.5
Subtotal P:	4.63
Subtotal	139.05
costos indirectos:	<input type="text" value="20"/> 27.81
otros indirectos	<input type="text" value="0"/> 0
costo del rubro	166.86
costo ofertado:	<input type="text" value="166.86"/>

**Figura 5.21.** Subtotales de POZO PARA RED SUBTERRANEA TIPO A.

En lo que comprende del rubro base para postes, excavación de Zanjas, luminaria led y la tubería sus rendimientos son: 2, 500, 500, 0,9 respectivamente, los datos de rubros y materiales que se utilizarán se muestran en el anexo G. La herramienta luego de archivar los rubros editados exporta los datos al software Excel que contiene dos hojas en el archivo, una es de los rubros totales como se puede observar en la tabla 5.10 y 5.11.

Para la importación de datos en Excel una vez archivados los 21 rubros se ha generado una base de información, entonces, la pantalla muestra lo que se ha desarrollado en base a los precios preestablecidos que constan de 21 rubros, el rubro para este ejemplo es numerado desde (01-21) los detalles constan de los trabajos que se realizaran, cada descripción de los materiales tienen su unidad en metros la unidad y la cantidad respectivamente en la parte inferior se tiene el sub total del rubro que es 8864.16 como se muestra en la figura 5.22.

	Rubro	Detalle	DESCRIPCION	UNIDAD	CAN
1	01	TRANS...	TRANSFORMADOR 13.8 KV 1F AUTOPROTEG. 5...	c/u	
2	02	TRANS...	CABLE DE COBRE AISLADO # 8 AWG	m	
3	03	POSTE...	GRAPA DE ALEACIÓN DE AL, DERIVACIÓN PAR...	c/u	
4	04	POSTE...	ABRAZADERA DOBLE PARA TRANSFORMADOR	c/u	
5	05	EST. 13...	ESTRIBO DE ALEACIÓN DE CU - SN, PARA DERI...	c/u	
			TUBO CONDUIT DE 4"	c/u	
subtotal		8864.16			

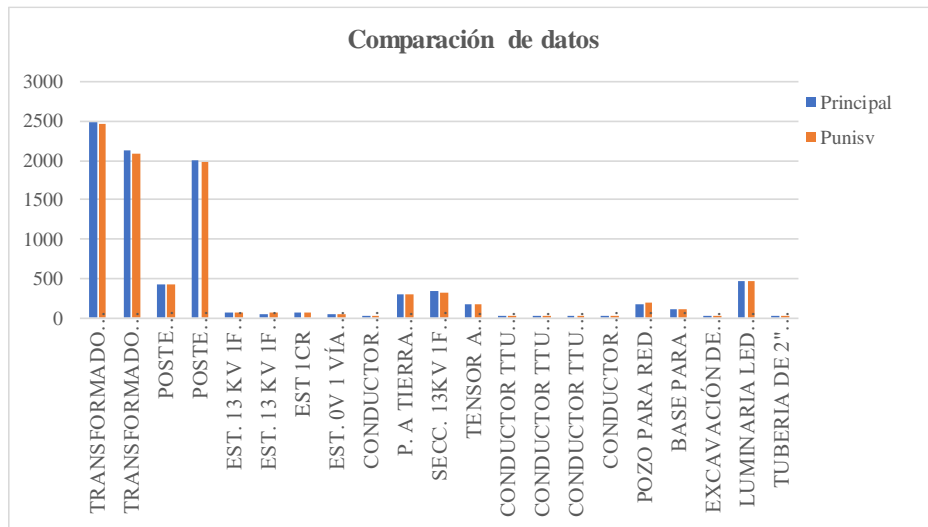
**Figura 5.22.** Resultados de los 21 rubros ingresados.

Para la importación que recibe Excel se tiene como dirección de la ubicación del archivo (C:\Users\Ruben\Desktop\), como nombre del archivo (ApuAnilloVial.xlsx) con la selección de importar se crea en el escritorio el icono como en la figura 5.23. Las dos hojas del libro que se crearon contienen los rubros totales y los materiales generados por cada rubro, en este punto se hace la comparación entre cantidades parciales y el total del proyecto.

La diferencia de los totales entre un oferente que creó en "punisv" es de 295.110,12 por otra parte La herramienta desarrollada tiene como resultado 299.012,41, entonces, la diferencia es de 3.902,29, las diferencias en precios siempre van a existir de acuerdo las disposiciones de personal y equipos La tabla 5.10. muestra los datos de la importación que tienen una variación admisible.

**Tabla 5.10.** Rubros importados-principal red.

RUBRO	DETALLE	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO GLOBAL
1	TRANSFORMADOR 13 KV 1F AUTOPROTEG. 5 KVA EN	2475.66	c/u	2.00	4951.32
2	TRANSFORMADOR 13 KV 1F AUTOPROTEG. 10 KVA EN	2119.57	c/u	1.00	2119.57
3	POSTE HORMIGÓN ARMADO CIRCULAR DE 12M CARC	420.62	c/u	16.00	6729.92
4	POSTE ORNAMENTAL 11M METÁLICO	1995.35	c/u	59.00	117725.65
5	EST. 13 KV 1F CENTRADA RETENCIÓN	68.74	c/u	6.00	412.44
6	EST. 13 KV 1F CENTRADA PASANTE	49.38	c/u	15.00	740.7
7	EST 1CR	58.75	c/u	5.00	293.75
8	EST. 0V 1 VÍA VERTICAL PASANTE	51.59	c/u	15.00	773.85
9	CONDUCTOR ACSR #1/0 AWG	1.97	m	1,076.00	2119.72
10	P. A TIERRA COND. DE CU CALIBRE 2 AWG 2 VAR	301.16	c/u	3.00	903.48
11	SECC. 13KV 1F CON SECCIONADOR FUS. UNIPOLAR A	350.14	c/u	1.00	350.14
12	TENSOR A TIERRA DOBLE EN REDES DE DIST. 13 KV	177.05	c/u	5.00	885.25
13	CONDUCTOR TTU #1/0	9.9	m	4,200.00	41580
14	CONDUCTOR TTU #2	8.69	m	2,550.00	22159.5
15	CONDUCTOR TTU #4	7.57	m	1,650.00	12490.5
16	CONDUCTOR THHN #12	6.06	m	885.00	5363.1
17	POZO PARA RED SUBTERRANEA TIPO A	166.86	c/u	3.00	500.58
18	BASE PARA POSTE INC. CANASTILLA	119.26	c/u	59.00	7036.34
19	EXCAVACIÓN DE ZANJA	0.04	m	22,400.00	896
20	LUMINARIA LED 150 W	472.63	c/u	120.00	56715.6
21	TUBERIA DE 2" REFORZADA NEGRA	3.17	m	4,500.00	14265
				<b>TOTAL</b>	<b>299012.41</b>



**Figura 5.23.** Gráfica de comparación de datos

**Tabla 5.11.** Tabla de descripción de rubros- “puniv”

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
01	TRANSFORMADOR 13 KV IF AUTOPROTEG. 5 KVA EN POSTE	U	2.00	2,455.16	4,910.32
02	TRANSFORMADOR 13 KV IF AUTOPROTEG. 10 KVA EN POSTE	U	1.00	2,095.24	2,095.24
03	POSTE HORMIGÓN ARMADO CIRCULAR DE 12M CARGA DE ROTURA 500KG	U	16.00	415.34	6,645.44
04	POSTE ORNAMENTAL 11M METÁLICO	U	59.00	1,981.31	116,897.29
05	EST. 13 KV IF CENTRADA RETENCIÓN	U	6.00	66.32	397.92
06	EST. 13 KV IF CENTRADA PASANTE	U	15.00	65.51	982.65
07	EST. 0V 1 VÍA VERTICAL RETENCIÓN	U	5.00	62.65	313.25
08	EST. 0V 1 VÍA VERTICAL PASANTE	U	15.00	55.09	826.35
09	CONDUCTOR ACSR #1/0 AWG	M	1,076.00	2.08	2,238.08
10	P. A TIERRA COND. DE CU CALIBRE 2 AWG 2 VAR.	U	3.00	292.97	878.91
11	SECC. 13KV IF CON SECCIONADOR FUS. UNIPOLAR AB. 100A	U	1.00	325.73	325.73
12	TENSOR A TIERRA DOBLE EN REDES DE DIST. 13 KV	U	5.00	168.52	842.60
13	CONDUCTOR TTU #1/0	M	4,200.00	9.54	40,068.00
14	CONDUCTOR TTU #2	M	2,550.00	8.42	21,471.00
15	CONDUCTOR TTU #4	M	1,650.00	7.52	12,408.00
16	CONDUCTOR THHN #12	M	885.00	5.86	5,186.10
17	POZO PARA RED SUBTERRANEA TIPO A	U	3.00	189.37	568.11
18	BASE PARA POSTE INC. CANASTILLA	U	59.00	119.87	7,072.33
19	EXCAVACIÓN DE ZANJA	M	22,400.00	0.08	1,792.00
20	LUMINARIA LED 150 W	U	120.00	464.84	55,780.80
21	TUBERIA DE 2" REFORZADA NEGRA	M	4,500.00	2.98	13,410.00
			<b>TOTAL:</b>	<b>8,794.40</b>	<b>295,110.12</b>

La grafica de la figura 5.24. muestra el balance entre herramientas que es alrededor de 0.01 su intervalo siendo así un valor admisible a la hora de ofertar un valor de precios en la construcción de redes de distribución.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

El sistema cumple con las normas y exigencias establecidas en el capítulo 4, logrando obtener una herramienta que permite generar análisis de precios unitarios tomando como referencia una base de datos en formato xlsx.

Debido a los extensos valores y cantidades se opta por almacenar una base de datos de redes aéreas y redes subterráneas que comprenden niveles de voltaje de (13.8KV y 22KV) que corresponden a medio voltaje. Esto permitirá al usuario una organización adecuada de los rubros, rapidez en la identificación de unidades de construcción y un mejor manejo de los precios unitarios en el momento de desarrollar presupuestos en redes de distribución.

El lenguaje de programación permite individualizar cada ítem para que, los requerimientos de construcción se ubiquen como se realiza en la plantilla de un modelo que hace referencia al aplicativo informático USHAY (Modulo Facilitador de la contratación pública), entonces este sistema arroja un fácil proceso de codificación principal a la hora de organizar un rubro.

El diseño que se emplea logra solucionar el problema que genera los distintos formatos de un análisis de precios que exigen las regulaciones en cuanto a entidades públicas se refiere, gracias a su forma de almacenamiento que es en un formato xlsx.

En cuanto a los valores de cada rubro su costo total varía un 0,4%, este valor no es un dato constante puesto que cada subtotal de las descripciones se verá afectado por la cantidad de materiales, precios, rendimientos, tarifas que el usuario establezca para generar un tiempo reducido a la hora de culminar un trabajo o tarea.

Luego del plan de validación realizado a través de comparaciones de un proyecto ya ejecutado, se genera los rubros totales, gracias a los datos presentados se obtiene un equivalente al 1,13% siendo un valor aceptable tomando en cuenta el presupuesto total, Por lo tanto, es un software confiable y seguro.

### **6.2. RECOMENDACIONES**

Una vez concluido el presente trabajo se posee de archivos en el almacenamiento de cada ordenador por lo que se recomienda trabajar en conjunto con Microsoft Excel que tiene amplias opciones generales, compatibles con la programación de softwares libres.

En las bases de datos estructuradas es necesario fijar un modelo principal de análisis de precios unitarios para que, de esta manera los valores y cantidades que se encuentren dispersos se vayan ubicando en una respectiva celda correspondiente a su función y nivel de voltaje, esto proporciona un resultado de fácil almacenamiento.

A la hora de editar un rubro se tiene que empezar identificando el trabajo a realizar, para que el detalle cómo (tipo de estructura) proporcione los datos correctos de las cantidades por emplearse al momento de elegir la opción mostrar valores.

Establecer un rendimiento y tarifa acorde a la tarea por ejecutarse para que no exceda el valor total referencial, utilizando cantidades de personal calificado y no calificado tanto en trabajos de altura como al mismo nivel.

Adicional a los rubros que se tenga por ejecutar se debe realizar un replanteo de las especificaciones técnicas y de construcción de un proyecto, esto ayuda a reajustar valores o datos del presupuesto que se presenta en una primera instancia en la información de diseños de las empresas distribuidoras de energía o requerimientos de un usuario privado.

Trabajar con dispositivos y materiales homologados y certificados de calidad como lo establece la entidad regulatoria a nivel nacional, se recomienda que el transporte de estos no sobrepase el 5% de su precio unitario.



## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Cucchiella, I. D'Adamo, and P. Rosa, "Industrial photovoltaic systems: An economic analysis in non-subsidized electricity markets," *Energies*, vol. 8, no. 11, 2015, doi: 10.3390/en81112350.
- [2] P. Wilde *et al.*, "Cost-effectiveness of a US national sugar-sweetened beverage tax with a multistakeholder approach: Who pays and who benefits," *Am. J. Public Health*, vol. 109, no. 2, 2019, doi: 10.2105/AJPH.2018.304803.
- [3] J. B. Cadena Lozano, "La teoría económica y financiera del precio: dos enfoques complementarios," *Criterio Libr.*, vol. 9, no. 15, 2017, doi: 10.18041/1900-0642/criteriolibre.2011v9n15.1202.
- [4] J. Ordoñez and L. Nieto, "Mantenimiento De Sistemas Electricos De Distribucion," *Univ. Politécnica Sales. Sede Guayaquil*, 2010.
- [5] R. J. Cabral, M. O. Oliveira, F. Botterón, A. M. Mazzoletti, F. Sukanen, and R. Aguilar, "Optimización de la confiabilidad en redes de distribución frente a las descargas atmosféricas - Un estudio de caso," *+Ingenio*, no. Ene-Jun 2020 V2 N1, 2020, doi: 10.36995/j.masingenio.2020.02.01.001.
- [6] J. Ayala, Ronald; Tenesaca, "Implementación de un sistema de comunicación IEC 61850 para monitoreo y control de los módulos de protección de líneas de transmisión, sistemas de generación y redes de distribución," *Univ. Politécnica Sales.*, 2018.
- [7] J. A. Martínez-Velasco, J. Martín-Arnedo, and F. Castro-Aranda, "MODELING PROTECTIVE DEVICES FOR DISTRIBUTION SYSTEMS WITH DISTRIBUTED GENERATION USING AN EMTP-TYPE TOOL," *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.*, vol. 18, no. 2, 2010, doi: 10.4067/s0718-33052010000200013.
- [8] A. Barahona, J. Salazar, M. Soria, E. Novoa, D. Caina, and F. Pérez, "Diseño e Implementación de Sensores Autónomos Inalámbricos para Sistemas Eléctricos de Protección Utilizando Microprocesadores de Bajo Consumo de Potencia," *Rev. Politécnica*, vol. 48, no. 1, 2021, doi: 10.33333/rp.vol48n1.03.
- [9] J. Álvarez-Alvarado, G. J. Ríos-Moreno, G. Ronquillo, and M. Trejo-Perea, "Medidor inteligente para las variables de energía eléctrica basado en un sistema embebido," *Res. Comput. Sci.*, vol. 116, no. 1, 2016, doi: 10.13053/rcs-116-1-8.

- [10] P. A. Villa-Villa, F. M. Mayaguari-Zhunio, and G. S. Pulla-Galindo, "Cálculo de la densidad de potencia eléctrica para el alumbrado público de las vías de la ciudad de Cuenca," *Kill. Técnica*, vol. 3, no. 1, 2019, doi: 10.26871/killkana\_tecnica.v3i1.370.
- [11] G. Real, J. Barría, L. Ardines, J. Malday, and I. Harris, "Simulación de paneles semiflexibles en alumbrado público en Panamá," *Rev. Iniciación Científica*, vol. 4, 2018, doi: 10.33412/rev-ric.v4.0.1831.
- [12] P. Otero, R. Ayala, and V. Calle, "Metodología de cálculo de pérdidas de potencia y energía en el sistema de alumbrado público del Ecuador," *Rev. Técnica "energía"*, vol. 17, no. 1, 2020, doi: 10.37116/revistaenergia.v17.n1.2020.405.
- [13] O. Hernández Areu, J. Ramos Guardarrama, and R. Perera Escobar, "Medición de la corriente de inrush en transformadores de distribución," *Ing. Energética*, vol. 38, no. 2, 2017.
- [14] G. A. Gómez-Ramírez, "Medición de Descargas Parciales en Transformadores de Potencia bajo los estándares internacionales IEC e IEEE," *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 31, no. 1, 2018, doi: 10.18845/tm.v31i1.3498.
- [15] H. E. Tacca, "Proyecto de transformadores de pulsos de potencia," *Elektron*, vol. 4, no. 2, 2020, doi: 10.37537/rev.elektron.4.2.102.2020.
- [16] N. Muñoz-Galeano, J. M. López-Lezama, and F. Villada-Duque, "Metodología para la determinación del desplazamiento angular en transformadores trifásicos," *TecnoLógicas*, vol. 20, no. 38, 2017, doi: 10.22430/22565337.580.
- [17] A. M. M. da Silveira, "Transformadores," *Neutro à Terra*, no. 8, 2011, doi: 10.26537/neutroaterra.v0i8.356.
- [18] L. Fiaschetti, "Sistema de gestión y localización de fallas en redes de distribución de energía con aplicación en el ámbito regional," *RIDAA Tesis Unicen*, 2020, doi: 10.52278/2618.
- [19] M. R. Santiago Rodríguez, "Análisis de la normatividad eléctrica aplicada a las actividades del sector eléctrico en la construcción y mantenimiento de redes eléctricas de distribución," *LOGINN Investig. Científica y Tecnológica*, vol. 2, no. 1, 2018, doi: 10.23850/25907441.1664.
- [20] G. Gustavo Luna Russi, R. A. Gómez Suárez, and E. Rivas Trujillo, "Evaluación del impacto de la generación distribuida sobre el perfil de tensión en redes de distribución," *Redes Ing.*, 2017, doi: 10.14483/2248762x.11992.




- [21] G. Pereyra, D. Pandolfi, and A. Villagra, "Diseño y optimización de redes de distribución de agua utilizando algoritmos genéticos," *Inf. Científicos Técnicos - UNPA*, vol. 9, no. 1, 2017, doi: 10.22305/ict-unpa.v9i1.236.
- [22] P. V. Edwin, V. C. Angely, C. P. Franz, M. M. Jesus, C. V. Eduardo, and A. R. Luis, "Diseño Óptimo de Redes de Distribución de Agua Usando Un Software Basado En Microalgoritmos Genéticos Multiobjetivos," *Ribagua*, vol. 4, no. 1, 2017, doi: 10.1080/23863781.2017.1317087.
- [23] E. Pino Vargas, V. Quevedo Porras, L. Alfaro Ravello, and C. Avendaño Jihuallaga, "APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS SPEA & MAGNO PARA DISEÑO ÓPTIMO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA, VIÑANI, TACNA," *Cienc. Desarro.*, no. 22, 2019, doi: 10.33326/26176033.2018.22.740.
- [24] D. López and W. Pavón, "Modelo resiliente de redes de distribución considerando flujos de potencia basado en teoría de grafos," *I+D Tecnológico*, vol. 15, no. 2, 2019, doi: 10.33412/idt.v15.2.2251.
- [25] F. Villacres and E. Inga, "Planeación y dimensionamiento de redes eléctricas de distribución soterrada mediante un método metaheurístico," *Ing. y Cienc.*, vol. 15, no. 30, 2019, doi: 10.17230/ingciencia.15.30.7.
- [26] J. J. L. Aguilar, *Análisis de precios unitarios*, no. asd. 2009.
- [27] C. Vega Magaña and I. S. Vega Herrera, "El Modelo del Análisis de Precios Unitarios Industrial adaptado a un Proyecto de Desarrollo de Software para un Producto de Informática / The Industrial analysis model of unitary prices adapted to a Software Development Project for a Software Product," *RICEA Rev. Iberoam. Contaduría, Econ. y Adm.*, vol. 4, no. 8, 2016, doi: 10.23913/ricea.v4i8.30.
- [28] G. Mejía Aguilar, "Análisis de presupuestos a través de metodologías de análisis de requerimientos para sistemas de información," *Gerenc. Tecnológica Informática*, vol. 6, no. 15, 2007.
- [29] C. M. Angeles Quesquén and A. C. Benavides, "Control de costos durante la ejecución de obras civiles en edificaciones mediante la aplicación del algoritmo APU," 2018.
- [30] D. I. Sánchez Tapiero and M. Mendoza Valencia, "SIG aplicado a la optimización del tiempo de diseño en redes de distribución de agua potable," *Ing. Hidráulica y Ambient.*, vol. 42, no. 1, 2021.

- [31] R. A. C. C., ““COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS A.P.U. Y COSTEO ABC PARA EL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN LA CONSTRUCCIÓN,” in *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*, vol. 1, no. 2, 2015.
- [32] J. López Hurtado, J. C. Arias Murillo, and E. A. Quintero Salazar, “Interactive electronic energy meter for residential use,” *Prospectiva*, vol. 14, no. 1, 2016, doi: 10.15665/rp.v14i1.639.
- [33] Y. Baalousha and T. Çelik, “An integrated web-based data warehouse and artificial neural networks system for unit price analysis with inflation adjustment,” *J. Civ. Eng. Manag.*, vol. 17, no. 2, 2011, doi: 10.3846/13923730.2011.576806.
- [34] H. Ordoñez and P. Angumba, “Evaluation and Analysis of Unit Prices of a Rammed Earth Construction System,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1203, no. 3, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1203/3/032117.
- [35] M. Mubarak, T. Tripoli, and N. Nurisra, “The Unit Price Implication of Reinforcement Usage in Tie Beam Reinforced Concrete Construction,” *Aceh Int. J. Sci. Technol.*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.13170/aijst.7.1.7458.
- [36] M. de E. y E. Renovable, “Sección 4 : Manual De Las Unidades De Contrucción ( Uc ) Homologación De Las Unidades De Propiedad ( Up ),” *Homol. Unidades Prop.*, vol. 2, p. 209, 2013.
- [37] E. O. E, “Página 2,” vol. 2022, pp. 2021–2022, 2022.
- [38] L. F. Botero Botero, “Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción,” *Rev. Univ. EAFIT*, vol. 38, no. 128, pp. 9–21, 2002.

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	Tesis_Plagio.docx (D143314954)
<b>Submitted</b>	8/27/2022 11:48:00 PM
<b>Submitted by</b>	xxnapoxx
<b>Submitter email</b>	gabriel.pesantes3889@utc.edu.ec
<b>Similarity</b>	2%
<b>Analysis address</b>	gabriel.pesantes3889.utc@analysis.urkund.com

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6653/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-88.pdf">http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6653/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-88.pdf</a> Fetched: 7/29/2021 10:03:44 AM	 <b>2</b>
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / WORD-Bryan Jácome-Edison Guanoluisa.pdf</b> Document WORD-Bryan Jácome-Edison Guanoluisa.pdf (D143297154) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.urkund.com	 <b>4</b>
<b>SA</b>	<b>1486709948_103__REVISION%252BPOSTULACION%252BDEL%252BTEMA.docx</b> Document 1486709948_103__REVISION%252BPOSTULACION%252BDEL%252BTEMA.docx (D25618687)	 <b>1</b>

## Entire Document

### 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 1.1. REDES DE DISTRIBUCIÓN

En el concepto resumido constan las áreas demostradas del servicio público de energía eléctrica, su composición de la estructura, el consumo de energía, las pérdidas de energía y clientes de cada de empresa distribuidora; así como también, detalles de las facturas generadas y cobros por parte de cada una de las provincias [1].

La red de un sistema de distribución transporta energía eléctrica a partir de un nivel de voltaje la cual es la que entrega a los usuarios. Normalmente, la infraestructura estará compuesta por las etapas transformadoras en media tensión (13,8 Y 22 KV), y el cableado de distribución de bajo voltaje (0,6 kV) [2]. 1.1.1. Circuito Primario

Están compuestos por transformadores de distribución que tienen como trabajo el transporte de energía en medio voltaje siendo los más utilizados en 13,8 KV y 22 KV.

Los sistemas de distribución primaria están formados por alimentadores que llevan la energía desde las subestaciones de distribución hasta los transformadores de distribución. Un alimentador suele comenzar con un disyuntor en la subestación de distribución. Muchos alimentadores salen de la subestación en conductos de hormigón y se dirigen a un poste cercano[3].

En este punto, el cable subterráneo pasa a un tronco principal trifásico aéreo. El tronco principal se dirige alrededor del territorio de servicio del alimentador y puede conectarse a otros alimentadores a través de puntos de enlace normalmente abiertos. Los troncos principales subterráneos son posibles -incluso comunes- en las zonas urbanas, pero cuestan mucho más que la construcción aérea. En la figura a continuación, se muestra un alimentador ilustrativo con diferentes tipos de laterales y dispositivos [4].

El sistema de distribución primaria más sencillo consiste en alimentadores independientes con cada cliente conectado a un único alimentador. Como no hay interconexiones de alimentadores, una avería interrumpirá a todos los clientes de la red hasta que se repare. 1.1.2. Circuito Secundario

## 8. ANEXOS

### Anexo A. Estructura monofásica

**Tabla 8.1.** rubro completo de la estructura 1CP

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PROYECTO						
RUBRO: 2						
DETALLE: TIPO ESV - 1CP						
EQUIPOS					UNIDAD	C/U
DESCRIPCION		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CAMONETA		2.00	2.00	4.00	1.000	4.00
CAMONETA		2.00	2.00	4.00	5.000	0.80
CAMION GRUA		1.00	2.00	2.00	2.000	1.00
				0.00		-
0						-
0						-
SUBTOTAL M						5.80
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION		CANTIDAD	JORNAL /HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
JEFE DE PROYECTOS		1.00	3.69	3.69	3.997	0.92
JEFE LINERO		2.00	3.44	6.88	1.000	6.88
LINERO		6.00	2.94	17.64	3.000	5.88
0				0.00		-
0				0.00		-
0				0.00		-
0				0.00		-
				0.00		-
SUBTOTAL N						13.683
MATERIALES						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO TOTAL
Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 25 kV, ANSI 56-1			c/u	1.00	135.00	135.00
Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457mm (3/4 x 18")			c/u	1.00	5.0	5.00
Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG			m	2.00	2.00	4.00
Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 25 x 25 x 3 mm (1 x 1 x 1/8") y 4 900 mm			c/u	2.00	1.00	2.00
						-
						-
						-
						-
						-
						-
						-
SUBTOTAL O						146.000
TRANSPORTE						
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Aislador espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 25 kV, ANSI 56-1			c/u	1.00	3.00	3.00
Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457mm (3/4 x 18")			c/u	1.00	2.00	2.00
Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG			m	2.00	3.00	6.00
Varilla de armar preformada simple, para cable de Al			c/u	1.00	4.00	4.00
	0				-	0.00
	0				-	0.00
	0				-	0.00
	0				-	0.00
	0				-	0.00
	0				-	0.00
SUBTOTAL P						15.00
COSTO UNITARIO DIRECTO (M+N+O+P)						180.480
G) INDIRECTOS Y UTILIDADES					0.00%	0.000
OTROS INDIRECTOS					10.00%	18.05
COSTO TOTAL DEL RUBRO						198.530
VALOR OFERTADO						198.530
SIN IVA						

## Anexo B. Rubro del cálculo individual

Transformadores Monofasicos

nombre de transformador autoprotegido

seleccione detalle TIPO TRT-1C(1)

cantidad 1

regresar Añadir Equipo borrar tablas Añadir Material Añadir Mano de O... Añadir Transporte

Subtotal M: 47.11  
 Subtotal N: 41.18  
 Subtotal O: 897.39  
 Subtotal P: 17.91  
 Subtotal: 1003.59  
 costos indirectos: 0 0  
 otros indirectos: 10 100.36  
 costo del rubro: 1103.95  
 costo ofertado: 1270.41  
 la oferta actual es= 166.46 a favor

EL DETALLE SELECCIONADO TIPO TRT-1C(1)

mostrar valores Archivar actualizar

equipo					
	descripcion	rifa	costo hora	rendimiento	costo
1	CAMIONETA	1	3.1300	3.1300	0.6850 4.5693
2	CAMION	2	3.1300	6.2600	0.6850 9.1387
3	CAMION GRUA	3	22.5000	22.5000	0.6850 32.8467
4	HERRAMIENTA Y EO	4	0.3800	0.3800	0.6850 0.5547

materiales						
	descripcion	rifa	cantidad	cantidad total	precio unitario	costo
1	...	1	1	1	844.8000	...
4	...	2	2	2	6.7200	...
5	...	3	5	5	0.9900	...
6	...	4	6	6	2.7000	...
7	...	5	1	1	...	...

mano de obra					
	descripcion	rifa	costo hora	rendimiento	costo
1	JEFE DE PRO...	1	3.6900	3.6900	0.6850 5.3869
2	JEFE LINIERO	2	3.4400	6.8800	0.6850 10.0438
3	LINIERO	3	2.9400	17.6400	0.6850 25.7518

transporte						
	descripcion	rifa	cantidad	cantidad total	tarifa	costo
1	Transformador mon...	1	1	1	16.9000	16.9000
2	Abrazadera doble p...	2	2	2	0.1300	0.2600
3	cable de cobre aisl...	3	5	5	0.0200	0.1000
4	Conector estanco, d...	4	6	6	0.0500	0.3000
5	...	5	1	1	0.1200	0.1200

Figura 8.1. Rubro generado por la herramienta

## Anexo C. Generación de archivos

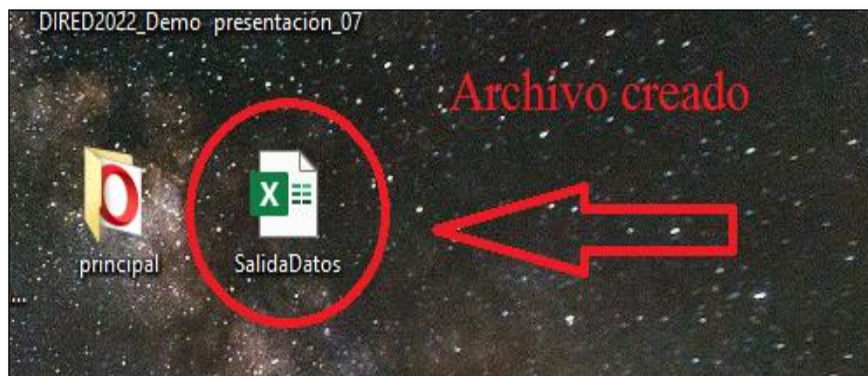


Figura 8.2. Creación del archivo salida de datos

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Rubro</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costo oferado</b>			
2	Transformador autoprotegido	TIPO TRT-1C(1)	1103.95			
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

Figura 8.3. Hoja creada por la herramienta.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	<b>Material</b>	<b>unidad</b>	<b>Cantidad</b>												
2	Transformador monofásico autoprotegido 10 KVA, 13200 GRDY / 76	c/u	1												
3	Abrazadera doble para Transformador	c/u	2												
4	cable de cobre aislado # 8 AWG,	m	5												
5	Conector estanco, doble dentado, principal 16 a 150 mm2 (5 - 300),	c/u	6												
6	Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	c/u	1												
7	Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	c/u	1												
8	CONECTOR ANDERSON LC-52-A	c/u	1												
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															

Figura 8.4. Hoja creada- materiales utilizados del transformador



## Anexo F. Rubros Generados del software “punisv”

**Tabla 8.2.** Rubros generados en el software.

PROYECTO: RED DE MEDIO VOLTAJE, MONTAJE DE TRANSFORMADOR, RED DE BAJO VOLTAJE Y ALUMBRADO PUBLICO "SOLUCION VIAL INGRESO SUR DE LA CIUDAD DE LATACUNGA - 2X5 + 1X10 KVA" TIOBAMBA - INGRESO SUR

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
01	TRANSFORMADOR 13 KV 1F AUTOPROTEG. 5 KVA EN POSTE	U	2.00	2,455.16	4,910.32
02	TRANSFORMADOR 13 KV 1F AUTOPROTEG. 10 KVA EN POSTE	U	1.00	2,095.24	2,095.24
03	POSTE HORMIGÓN ARMADO CIRCULAR DE 12M CARGA DE ROTURA 500KG	U	16.00	415.34	6,645.44
04	POSTE ORNAMENTAL 11M METÁLICO	U	59.00	1,981.31	116,897.29
05	EST. 13 KV 1F CENTRADA RETENCIÓN	U	6.00	66.32	397.92
06	EST. 13 KV 1F CENTRADA PASANTE	U	15.00	65.51	982.65
07	EST. 0V 1 VÍA VERTICAL RETENCIÓN	U	5.00	62.65	313.25
08	EST. 0V 1 VÍA VERTICAL PASANTE	U	15.00	55.09	826.35
09	CONDUCTOR ACSR #1/0 AWG	M	1,076.00	2.08	2,238.08
10	P. A TIERRA COND. DE CU CALIBRE 2 AWG 2 VAR.	U	3.00	292.97	878.91
11	SECC. 13KV 1F CON SECCIONADOR FUS. UNIPOLAR AB. 100A	U	1.00	325.73	325.73
12	TENSOR A TIERRA DOBLE EN REDES DE DIST. 13 KV	U	5.00	168.52	842.60
13	CONDUCTOR TTU #1/0	M	4,200.00	9.54	40,068.00
14	CONDUCTOR TTU #2	M	2,550.00	8.42	21,471.00
15	CONDUCTOR TTU #4	M	1,650.00	7.52	12,408.00
16	CONDUCTOR THHN #12	M	885.00	5.86	5,186.10
17	POZO PARA RED SUBTERRANEA TIPO A	U	3.00	189.37	568.11
18	BASE PARA POSTE INC. CANASTILLA	U	59.00	119.87	7,072.33
19	EXCAVACIÓN DE ZANJA	M	22,400.00	0.08	1,792.00
20	LUMINARIA LED 150 W	U	120.00	464.84	55,780.80
21	TUBERIA DE 2" REFORZADA NEGRA	M	4,500.00	2.98	13,410.00
			<b>TOTAL:</b>	<b>8,794.40</b>	<b>295,110.12</b>

SON : DOCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL CIENTO DIEZ, 12/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

LATACUNGA, 09 DE AGOSTO DE 2022

OFERENTE

**Tabla 8.3. Rubro 01.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 1 DE 24**

RUBRO : 01

UNIDAD: U

DETALLE : TRANSFORMADOR 13 KV 1F AUTOPROTEG. 5 KVA EN POSTE

<b>EQUIPO DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.44
Grua	1.00	35.00	35.00	1.000	35.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>36.44</b>

<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
JEFE DE GRUPO	B3	1.00	7.25	7.25	0.500	3.63
LINIERO	D2	3.00	7.00	21.00	1.000	21.00
AYUDANTE LINIERO	D2	1.00	4.05	4.05	0.750	3.04
PEON	E2	1.00	4.00	4.00	0.300	1.20
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>28.87</b>	

<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
TRANSFORMADOR 13.8 KV 1F AUTOPROTEG. 5 KVA	U	1.000	1,107.50	1,107.50
CABLE DE COBRE AISLADO # 8 AWG	M	3.000	1.75	5.25
GRAPA DE ALEACIÓN DE AL, DERIVACIÓN PARA LÍNEA EN CALIENTE	U	1.000	14.69	14.69
ABRAZADERA DOBLE PARA TRANSFORMADOR	U	2.000	17.94	35.88
ESTRIBO DE ALEACIÓN DE CU - SN, PARA DERIVACIÓN	U	1.000	8.83	8.83
TUBO CONDUIT DE 4"	U	8.000	45.00	360.00
REVERSIBLE DE 4"	U	4.000	25.50	102.00
CODO DE 45°	U	4.000	35.75	143.00
FLEJE ERIVANT	U	8.000	5.50	44.00
BINCHAS ERIVANT	U	8.000	2.50	20.00
UNION EMT 4"	U	4.000	15.75	63.00
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1,904.15</b>

<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
TRANSFORMADOR 13.8 KV 1F AUTOPROTEG. 5 KVA	U	1.000	53.06	53.06
CABLE DE COBRE AISLADO # 8 AWG	M	3.000	0.13	0.39
GRAPA DE ALEACIÓN DE AL, DERIVACIÓN PARA LÍNEA EN CALIENTE	U	1.000	1.10	1.10
ABRAZADERA DOBLE PARA TRANSFORMADOR	U	2.000	1.35	2.70
ESTRIBO DE ALEACIÓN DE CU - SN, PARA DERIVACIÓN	U	1.000	0.66	0.66
TUBO CONDUIT DE 4"	U	8.000	1.35	10.80
REVERSIBLE DE 4"	U	4.000	0.75	3.00
CODO DE 45°	U	4.000	0.50	2.00
FLEJE ERIVANT	U	8.000	0.15	1.20
BINCHAS ERIVANT	U	8.000	0.15	1.20
UNION EMT 4"	U	4.000	0.10	0.40
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>76.51</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>2,045.97</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%	<b>409.19</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>2,455.16</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>2,455.16</b>

**Tabla 8.4. Rubro 02.**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 2 DE 24**

RUBRO : 02

UNIDAD: U

DETALLE : TRANSFORMADOR 13 KV 1F AUTOPROTEG. 10 KVA EN POSTE

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.04
Grua	1.00	35.00	35.00	0.750	26.25
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>27.29</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
JEFE DE GRUPO B3	1.00	7.25	7.25	0.500	3.63
LINIERO D2	2.00	7.00	14.00	1.000	14.00
AYUDANTE LINIERO D2	1.00	4.05	4.05	0.500	2.03
PEON E2	1.00	4.00	4.00	0.300	1.20
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>20.86</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
TRANSFORMADOR 13.8 KV 1F AUTOPROTEG. 10 KVA	U	1.000	1,236.25	1,236.25
CABLE DE COBRE AISLADO # 8 AWG	M	3.000	1.75	5.25
GRAPA DE ALEACIÓN DE AL, DERIVACIÓN PARA LÍNEA EN CALIENTE	U	1.000	14.69	14.69
ABRAZADERA DOBLE PARA TRANSFORMADOR	U	1.000	17.94	17.94
ESTRIBO DE ALEACIÓN DE CU - SN, PARA DERIVACIÓN	U	1.000	8.83	8.83
TUBO CONDUIT DE 4"	U	4.000	45.00	180.00
REVERSIBLE DE 4"	U	2.000	25.50	51.00
CODO DE 45°	U	2.000	35.75	71.50
FLEJE ERIVANT	U	2.000	5.50	11.00
BINCHAS ERIVANT	U	2.000	2.50	5.00
UNION EMT 4"	U	2.000	15.75	31.50
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1,632.96</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
TRANSFORMADOR 13.8 KV 1F AUTOPROTEG. 10 KVA	U	1.000	52.72	52.72
CABLE DE COBRE AISLADO # 8 AWG	M	3.000	0.13	0.39
GRAPA DE ALEACIÓN DE AL, DERIVACIÓN PARA LÍNEA EN CALIENTE	U	1.000	1.10	1.10
ABRAZADERA DOBLE PARA TRANSFORMADOR	U	1.000	1.35	1.35
ESTRIBO DE ALEACIÓN DE CU - SN, PARA DERIVACIÓN	U	1.000	0.66	0.66
TUBO CONDUIT DE 4"	U	4.000	1.35	5.40
REVERSIBLE DE 4"	U	2.000	0.75	1.50
CODO DE 45°	U	2.000	0.50	1.00
FLEJE ERIVANT	U	2.000	0.15	0.30
BINCHAS ERIVANT	U	2.000	0.15	0.30
UNION EMT 4"	U	2.000	0.10	0.20
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>64.92</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>1,746.03</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%	<b>349.21</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>2,095.24</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>2,095.24</b>

SON: DOS MIL NOVENTA Y CINCO DOLARES, 24/100 CENTAVOS

## Anexo G. Rubros generados por el sistema

### Transformadores Monofasicos

nombre de

seleccione detalle  EL DETALLE SELECCIONADO

cantidad

**equipo**

descripcion	cantidad	tarifa	costo hora	rendim
1 CAMIONETA ...	1	0	3	0
2 CAMIONETA ...	2	0	2	0
3 CAMION GR...	3	1	25	25
4 HERRAMEN...	4	1	0.3800	0.3800

**materiales**

descripcion	unidad	cantidad	cantidad total	precio unitario
1 ...	c/u	1	1	1.1075e+03
2 ...	m	2	3	1.7500
3 ...	c/u	3	1	14.6900
4 ...	c/u	4	2	17.9400

**mano de obra**

descripcion	rifa	costo hora	rendimiento	costo
1 JEFE DE PRO...	1	3.6900	0.7000	5.2714
2 JEFE LINERO	2	3.4400	10.3200	14.7429
3 LINERO	3	2.9400	0.7000	4.2000
4 Peon	4	4	0.7000	5.7143

**transporte**

descripcion	unidad	ad	cantidad total	tarifa	costo
1 ...	c/u	1	1	55.3700	55.3700
2 ...	m	2	3	0.0875	0.2625
3 ...	c/u	3	1	0.7345	0.7345
4 ...	c/u	4	2	0.8970	1.7940
5 ...	c/u	5	1	0.0500	0.0500

Subtotal M: 36.26  
 Subtotal N: 29.93  
 Subtotal O: 1902.15  
 Subtotal P: 94.71  
 Subtotal: 2063.05  
 costos indirectos:  0  
 otros indirectos  412.61  
 costo del rubro 2475.66  
 costo ofertado:   
 la oferta actual es= -2375.66 en

Figura 8.5. Rubro 01.

### Transformadores Monofasicos

nombre de

seleccione detalle  EL DETALLE SELECCIONADO

cantidad

**equipo**

descripcion	rifa	costo hora	rendimiento	costo
1 CAMIONETA ...	1	3	0	1
2 CAMIONETA ...	2	2	0	1
3 CAMION GR...	3	25	0.7500	33.3333
4 HERRAMEN...	4	0.3800	0.7500	0.5067

**materiales**

descripcion	unidad	cantidad	cantidad total	precio unitario
7 ...	c/u	1	1	1.2363e+03
8 CODO DE 45°	c/u	2	3	1.7500
9 FLEJE ERIVA...	c/u	3	1	14.6900
10 BINCHAS ERL...	c/u	4	1	17.9400
11 UNION EMT 4"	c/u	1	1	0.0000

**mano de obra**

descripcion	rifa	costo hora	rendimiento	costo
1 JEFE DE PRO...	1	3.6900	0.7500	4.9200
2 JEFE LINERO	2	3.4400	6.8800	9.1733
3 LINERO	3	2.9400	0.7500	3.9200
4 Peon	4	1	0.7500	1.3333

**transporte**

descripcion	unidad	cantidad	cantidad total	tarifa	costo
7 REVERSIBLE...	c/u	2	2	1.2500	2.5000
8 CODO DE 45°	c/u	8	2	1.7875	14.3000
9 FLEJE ERIVA...	c/u	9	2	0.2750	2.4750
10 BINCHAS ERL...	c/u	10	2	0.1250	1.2500
11 UNION EMT 4"	c/u	2	2	0.7875	1.5750

Subtotal M: 33.84  
 Subtotal N: 19.35  
 Subtotal O: 1631.96  
 Subtotal P: 81.16  
 Subtotal: 1766.31  
 costos indirectos:  353.26  
 otros indirectos  0  
 costo del rubro 2119.57  
 costo ofertado:   
 la oferta actual es= -2019.57 en

Figura 8.6. Rubro 02

## Anexo H. Valores de las unidades de construcción

**Tabla 8.5.** Unidades de propiedad en transformadores de redes aéreas.

<b>Primer Campo</b>					
<b>TR</b>	<b>Transformadores en redes de distribución</b>				
<b>Segundo Campo</b>					
Nivel de voltaje de operación del sistema de distribución					
<b>Tercer Campo</b>					
<b>1</b>	Vía o fase	<b>2</b>	Vías o fases	<b>3</b>	Vías o fases
<b>Cuarto Campo</b>					
<b>C</b>	Convencional para instalación exterior	<b>V</b>	Banco de 2 transformadores tipo convencional, conexión Y abierta, Delta, para instalación interior (en cabina o cámara)		
<b>O</b>	convencional para instalación interior (en cabina o cámara)	<b>I</b>	Banco de 3 transformadores tipo convencional, conexión Delta, Y, para instalación interior (en cabina o cámara)		
<b>A</b>	Autoprotegido para instalación exterior (en poste)	<b>P</b>	Pedestal o padmounted tipo convencional para instalación exterior o interior		
<b>U</b>	Autoprotegido para instalación interior (en cabina o cámara)	<b>E</b>	Pedestal o padmounted tipo autoprotegido para instalación exterior o interior		
<b>B</b>	Banco de 2 transformadores tipo convencional, conexión Y abierta, Delta, para instalación exterior (en poste)	<b>S</b>	Sumergible para instalación interior (en cabina o cámara)		
<b>N</b>	Banco de 3 transformadores tipo convencional, conexión Delta, Y, para instalación exterior (en poste)				
<b>Quinto Campo</b>					
<b>Especificación técnica</b>					

**Tabla 8.6.** Unidades de propiedad seccionamiento

<b>Primer Campo</b>					
<b>SP</b>	<b>Seccionamiento y Protección en redes aéreas de distribución</b>				
<b>Segundo Campo</b>					
Nivel de voltaje de operación del sistema de distribución					
<b>Tercer Campo</b>					
<b>1</b>	Vía o fase	<b>2</b>	Vías o fases	<b>3</b>	Vías o fases
<b>Cuarto Campo</b>					
<b>S</b>	Seccionador fusible unipolar tipo abierto.	<b>G</b>	Seccionamiento con grapa de derivacion en caliente		
<b>E</b>	Seccionador fusible unipolar tipo abierto con dispositivo rompearco.	<b>U</b>	Seccionador con conector para red desnuda		
<b>C</b>	Seccionador de cuchilla o de barra unipolar.	<b>L</b>	Seccionador con conector para red aislada		
<b>O</b>	Seccionador de cuchilla o de barra unipolar con dispositivo rompearco.	<b>F</b>	Seccionador con fusibles		
<b>A</b>	Seccionador tripolar para operación con carga u operado en grupo.	<b>P</b>	Descargador o pararrayos		
<b>N</b>	Seccionador tripolar para operación con carga u operado en grupo con dispositivo rompearco.	<b>I</b>	Interruptor de apertura con carga		
<b>D</b>	Seccionador fusible unipolar cerrado.	<b>R</b>	Reconector		
<b>Quinto Campo</b>					
<b>Especificaciones Técnicas.</b>					

**Tabla 8.7.** Equipos de compensación.

<b>Primer Campo</b>					
<b>EC</b>	<b>Equipos de Compensación en redes de distribución</b>				
<b>Segundo Campo</b>					
Nivel de voltaje de operación del sistema de distribución					
<b>Tercer Campo</b>					
<b>1</b>	Vía o fase	<b>2</b>	Vías o fases	<b>3</b>	Vías o fases
<b>Cuarto Campo</b>					
<b>C</b>	Capacitor fijo	<b>R</b>	Regulador de voltaje de bobina fija.		
<b>A</b>	Capacitor automático	<b>E</b>	Regulador de voltaje de bobina múltiple.		

**Tabla 8.8.** Postes en redes de distribución.

<b>Primer Campo</b>					
<b>PO</b>	<b>Postes en redes de distribución</b>				
<b>Segundo Campo</b>					
No aplica					
<b>Tercer Campo</b>					
No aplica					
<b>Cuarto Campo</b>					
<b>H</b>	Hormigón armado.		<b>M</b>	Madera	
<b>P</b>	Plástico reforzado con fibra de vidrio.		<b>E</b>	Metálico	
<b>Quinto Campo</b>					
<b>Especificaciones Técnicas.</b>					
<b>C</b>	Circular		<b>T</b>	Torre	
<b>R</b>	Rectangular		<b>O</b>	Ornamental	
<b>H</b>	Forma H				

## Anexo I. Datos de salarios

**Tabla 8.9.** Salarios del sector de la construcción enero-2022.

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
REMUNERACIÓN BÁSICA UNIFICADA MÍNIMA	425.00							
<b>CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTÓNICOS</b>								
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2</b>								
Peón	436.05	436.05	425.00	635.76	436.05	7,165.46	30.62	3.83
Ayudante de albañil	436.05	436.05	425.00	635.76	436.05	7,165.46	30.62	3.83
Ayudante de carpintero	436.05	436.05	425.00	635.76	436.05	7,165.46	30.62	3.83
Ayudante de electricista	436.05	436.05	425.00	635.76	436.05	7,165.46	30.62	3.83
Albañil	441.73	441.73	425.00	644.04	441.73	7,253.26	31.00	3.87
Técnico liniero eléctrico	441.73	441.73	425.00	644.04	441.73	7,253.26	31.00	3.87
Maestro eléctrico/ liniero/ subesta ciones	492.49	492.49	425.00	718.05	492.49	8,037.91	34.35	4.29



Maestro mayor en ejecución de obras civiles	492.49	492.49	425.00	718.05	492.49	8,037.91	34.35	4.29
Supervisor eléctrico general	493.34	493.34	425.00	719.29	493.34	8,051.05	34.41	4.30
Ingeniero Eléctrico	494.61	494.61	425.00	721.14	494.61	8,070.68	34.49	4.31
Ingeniero Civil (Estructural, Hidráulico y Vial)	494.61	494.61	425.00	721.14	494.61	8,070.68	34.49	4.31
Residente de Obra	494.61	494.61	425.00	721.14	494.61	8,070.68	34.49	4.31
<b>OPERADORES Y MECÁNICOS DE EQUIPO PESADO Y CAMINERO DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN, INDUSTRIA Y OTRAS SIMILARES</b>								
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1</b>								
Motoniveladora	492.49	492.49	425.00	718.05	492.49	8,037.91	34.35	4.29
Excavadora	492.49	492.49	425.00	718.05	492.49	8,037.91	34.35	4.29
Grúa puente de elevación	492.49	492.49	425.00	718.05	492.49	8,037.91	34.35	4.29
Grúa estacionaria	492.49	492.49	425.00	718.05	492.49	8,037.91	34.35	4.29

## Anexo J. Descripción de cantidades

**Tabla 8.10.** Materiales- conductores y cables.

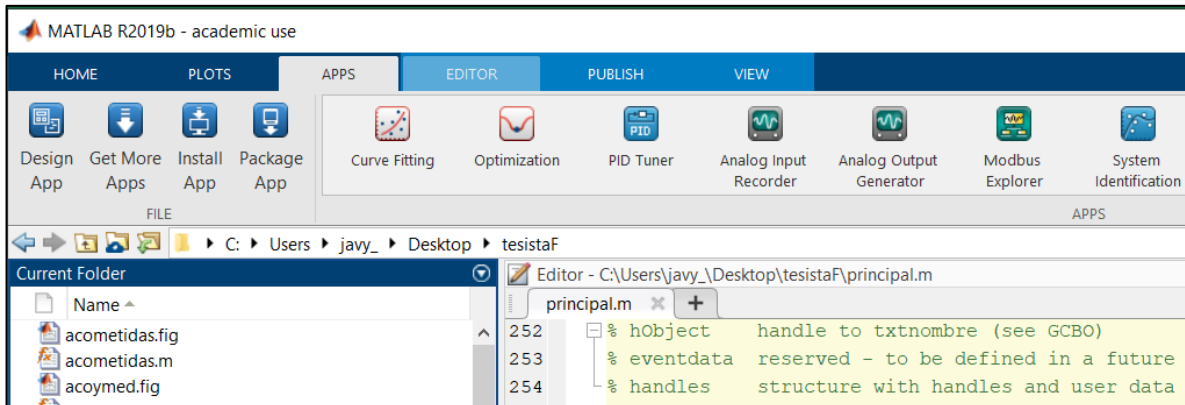
Descripción	Unidad	Costo
Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")	c/u	2.145
Luminaria para alumbrado público, Na, alta presión, 100 W con fotocélula COMPLE	c/u	101.63
Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 presión, de 16 x 152 mm	c/u	2.88
Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2)	c/u	1.27
Perno pin punta de poste doble de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 40 mm	c/u	11.99
Perno pin punta de poste simple de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 40 mm	c/u	9.08
Perno punta de poste de acero galvanizado, tacho, 70 x 450 mm (2 3/4 x 18")	c/u	9
PIE AMIGO PLETINA DE 28"	c/u	7.94
Pinza de aleación de Al, retención para neutro portante, rango 25 a 35 mm <sup>2</sup> (4 - 2 AWG)	c/u	6.048
Pinza termoplástica, de anclaje, ajustable para acometidas	c/u	0.92
POSTE CIRCULAR DE HORMIGON ARMADO 12m x 500 kg	c/u	215
POSTE CIRCULAR DE HORMIGON ARMADO 10 m x 500 kg	c/u	179
Precinto plástico	c/u	0.2
Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")	c/u	3.1
Seccionador portafusible, 1P, abierto, 15 kV	c/u	77.24
SUELDA EXOTERMICA PARA VARILLA Y CABLE	c/u	3.9
Tirafusible, cabeza fija, tipo H, 4 A	c/u	1.06
Transformador monofásico autoprotegido 10 KVA, 13200 GRDY/ 7620 V - 120/ 240 V ó 277 V	c/u	960
Transformador monofásico autoprotegido 15 KVA, 13200 GRDY/ 7620 V - 120/ 240 V ó 277 V	c/u	1150
Tubo EMT 1/2	c/u	1.36
Tensor mecánico con perno ojo, perno con grillete y tuerca seguridad	c/u	8.5
Tuerca ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 16 mm (5/8")	c/u	1.39
varilla copperweld de 16x1.800 mm (5/8x71")	c/u	7.5
Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71")	c/u	8.15
CONDUCTOR DE Al, DESNUDO, CABLEADO, ACSR, 1/0 AWG, 7 (6/1) HILOS	m	0.69
Transformador monofásico autoprotegido 25 KVA, 13200 GRDY/ 7620 V - 120/ 240 V ó 277 V	c/u	1250
Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 10 kV, con desconectador	c/u	38
Luminaria para alumbrado público, Na, alta presión, 150 W con fotocélula COMPLE	c/u	132.21
Brazo de acero galvanizado, tubular, tensor farol, 51 x 1 500 mm (2" x 59")	c/u	32.21
postes de fibra de vidrio de 12 m 500kg	c/u	550
postes de fibra de vidrio de 10 m 400kg	c/u	450
Aluminio trenzado 1x2 + 1x1/0	c/u	3.8
Aluminio ASC # 2	c/u	2.15
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, doble, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	c/u	4.4
Aislador rollo, porcelana, ANSI 53-2	c/u	1.22
Retencion preformada, para cable de Al	c/u	2.55
Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254 mm	c/u	3.55
Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 000 mm (3 x 3 x 1/4 x 79")	c/u	32.8
Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (3 x 3 x 1/4 x 95")	c/u	60
Perno pin de acero galvanizado, rosca plastica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x 12")	c/u	5.15
Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1 800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	c/u	20.71
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	c/u	6.43
Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254 mm	c/u	3.57
Pletina de acero galvanizado, para union y soporte 75 x 6 x 420 mm (3 x 1/4 x 17")	c/u	0
Varillas de vibración	c/u	9.13

## Anexo K

### 8.1. GUÍA DE INSTALACIÓN

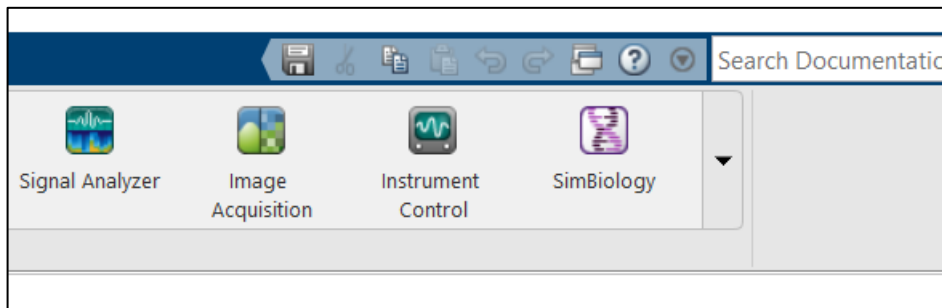
Uno de los procesos más importantes en el desarrollo del software, es la creación de un archivo ejecutable o archivo para la instalación en cualquier ordenador con sistema operativo Windows. Para a creación de este se procede a seguir los siguientes pasos:

1. ubicarse en la pestaña “APPS”



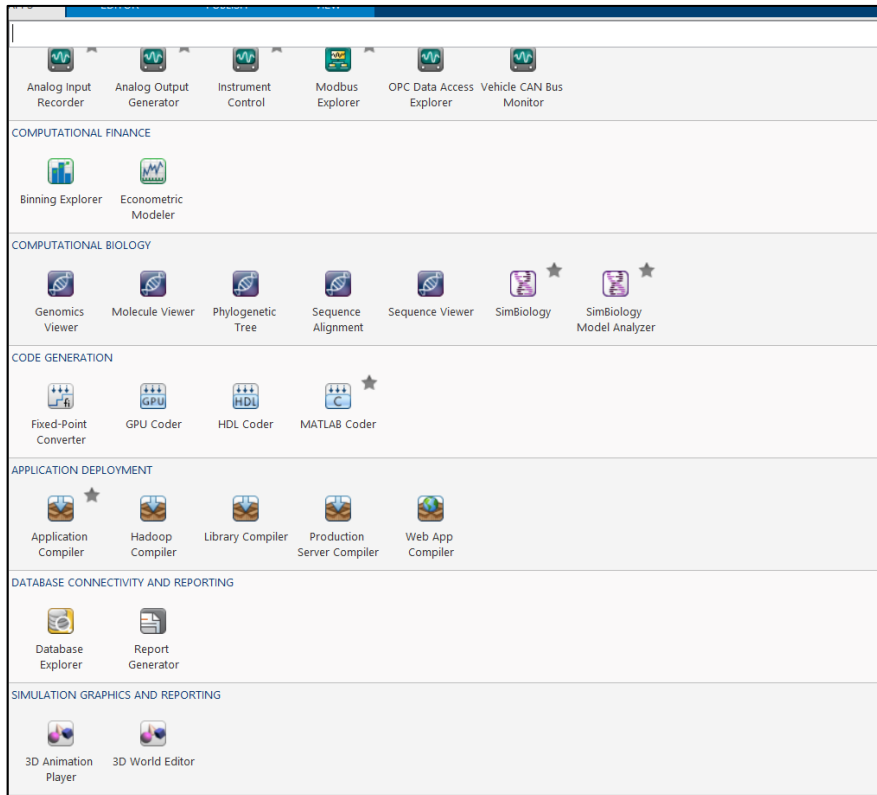
**Figura 8.7.** inicio de la pestaña APPS

2. Luego se procede a la expansión de opciones.



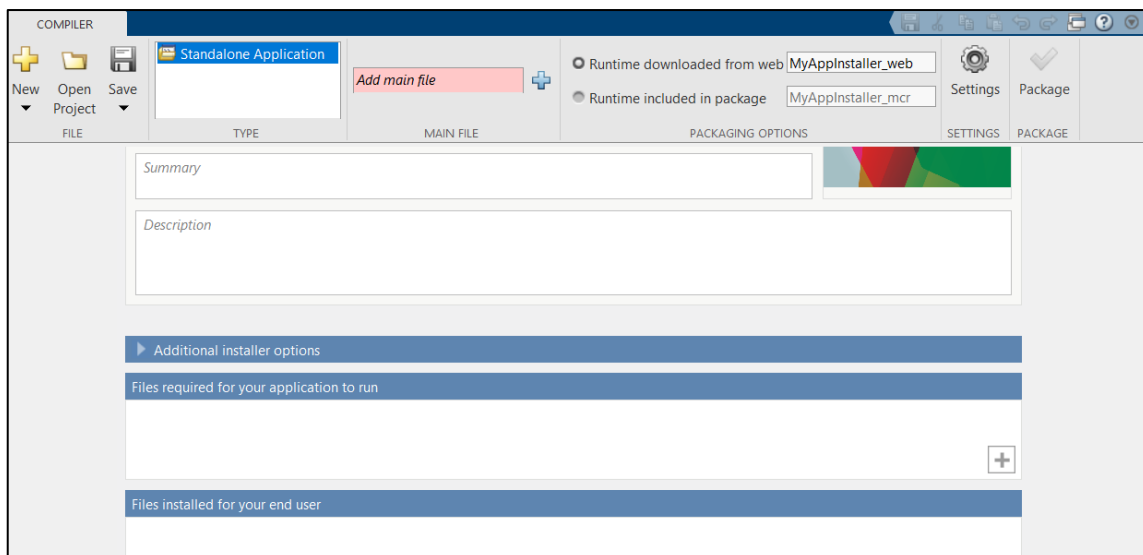
**Figura 8.8.** Opciones para compilación

3. Una vez dentro de las opciones completas de “APPS”, se procede a seleccionar la opción “*Application Compiler*”.



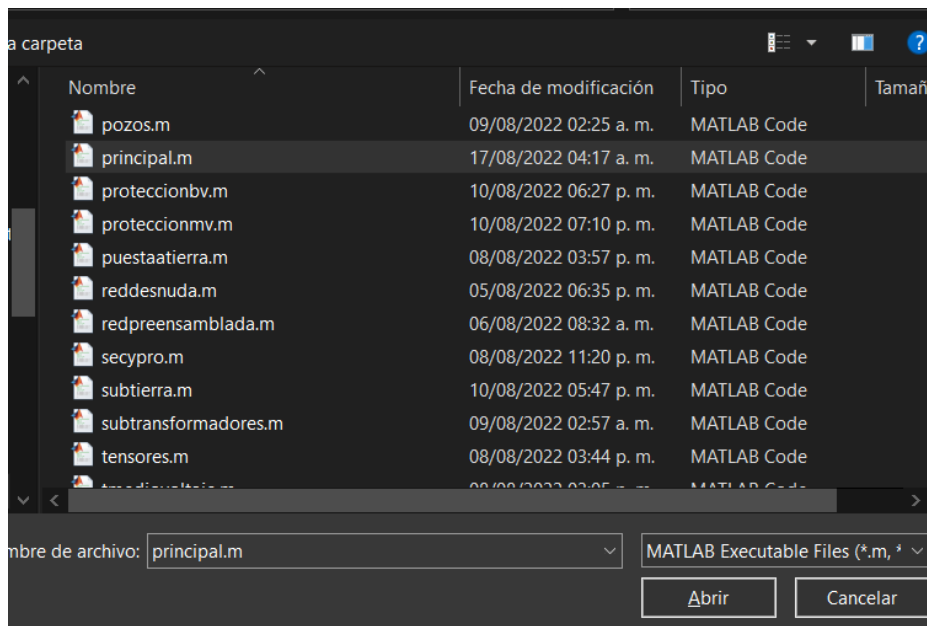
**Figura 8.9.** Compilación de librerías

4. En esta nueva ventana procedemos a completar los requerimientos necesarios.



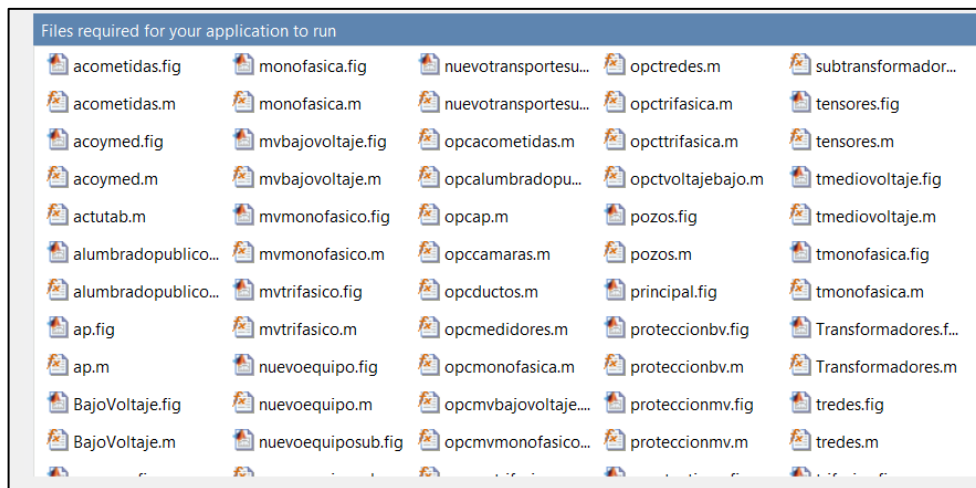
**Figura 8.10.** Proceso de Requerimientos

5. En esta ventana es la selección el archivo \*.m que corresponde al primer GUI en la opción “Add main file”; en este software “principal.m” es el primer GUI.



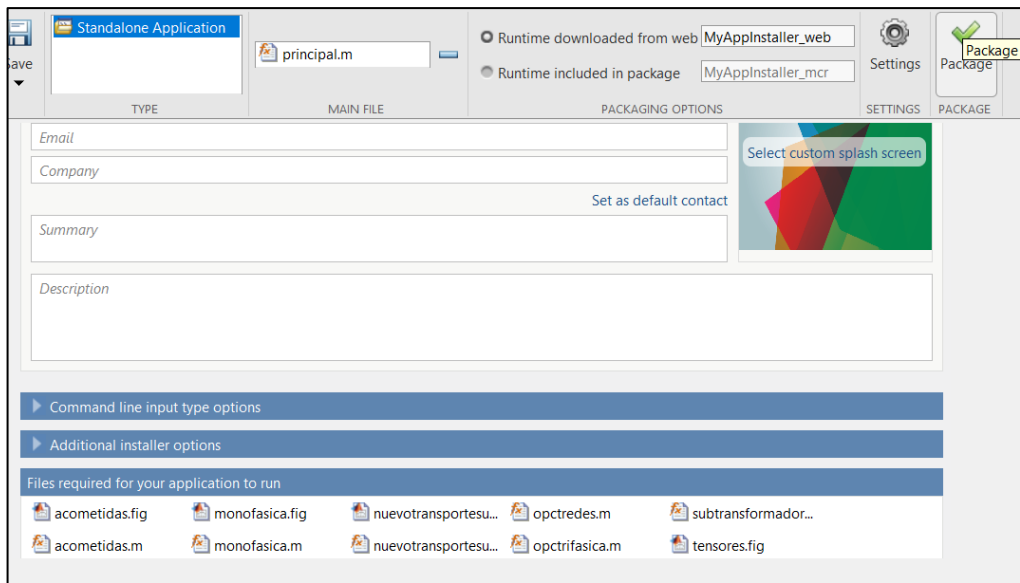
**Figura 8.11.** Agrupamiento de archivos

6. Además, según las necesidades se puede agregar resumen del software, descripción, nombre de autor, cambiar la imagen icono; y se muestran los diferentes archivos que se entre lazan con el software.



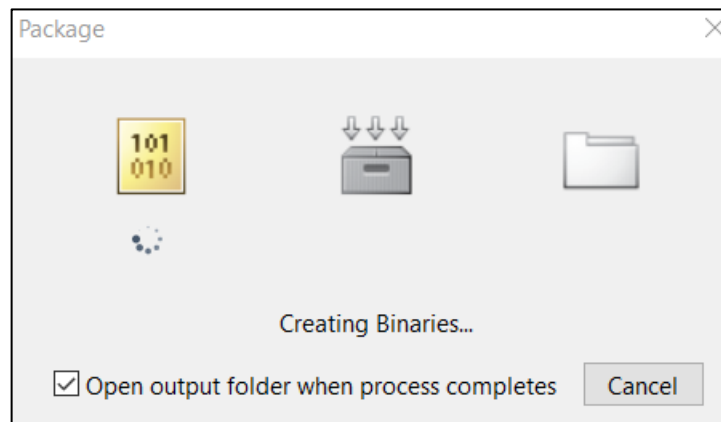
**Figura 8.12.** Archivos agrupados

7. Como siguiente paso, el empaquetamiento del software se puede seleccionar incluyendo el “Runtime” o sin él; son los archivos para la ejecución del software basado en MATLAB, esto ayuda a la ejecución sin la necesidad de instalación en el CPU; para finalizar selecciona la opción “Package”, crea la carpeta para su instalación.

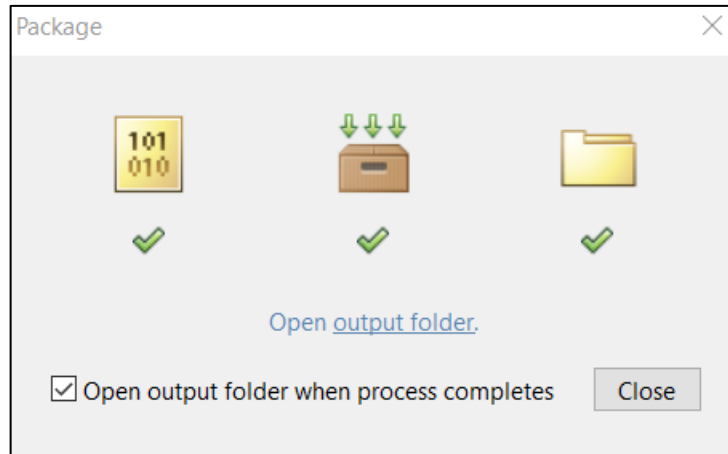


**Figura 8.13.** Creación de la carpeta

8. Se guarda el proyecto en el CPU y empieza la creación



**Figura 8.14.** Proceso de creación por librerías



**Figura 8.15.** Confirmación de la librería

9. Luego de esperar cierto tiempo, se obtiene la carpeta con los siguientes archivos

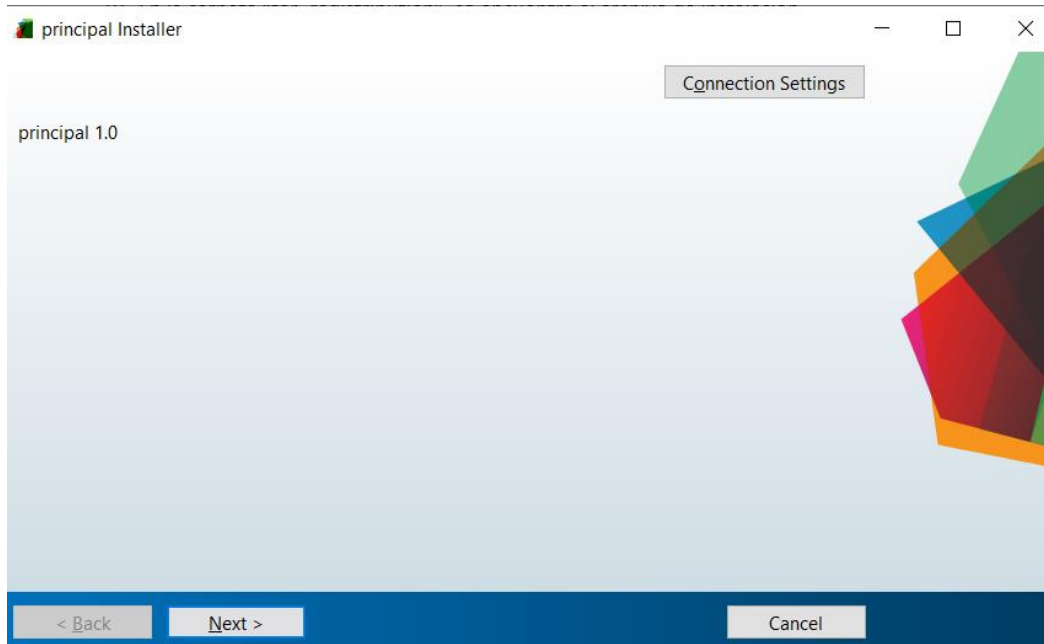
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
<input checked="" type="checkbox"/> for_redistribution	17/08/2022 04:43 a. m.	Carpeta de archivos	
<input type="checkbox"/> for_redistribution_files_only	17/08/2022 04:43 a. m.	Carpeta de archivos	
<input type="checkbox"/> for_testing	17/08/2022 04:43 a. m.	Carpeta de archivos	
<input type="checkbox"/> PackagingLog.html	17/08/2022 04:43 a. m.	Chrome HTML Do...	1 KB

**Figura 8.16.** Carpetas contenedoras.

10. En la carpeta “*for\_redistribution*”, se encuentra el archivo de instalación “*MyAppInstaller\_web.exe*” el cual ejecutamos como administrador para la instalación de nuestro software

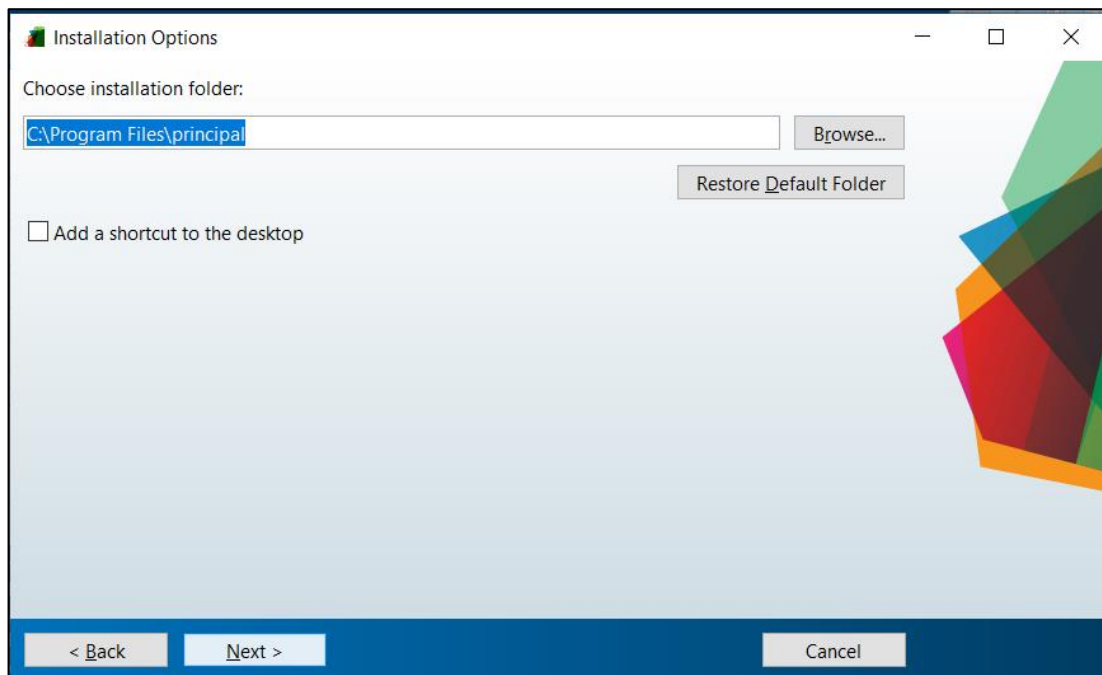
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
<input checked="" type="checkbox"/> MyAppInstaller_web.exe	17/08/2022 04:43 a. m.	Aplicación	3,832 KB

**Figura 8.17.** Icono de instalación



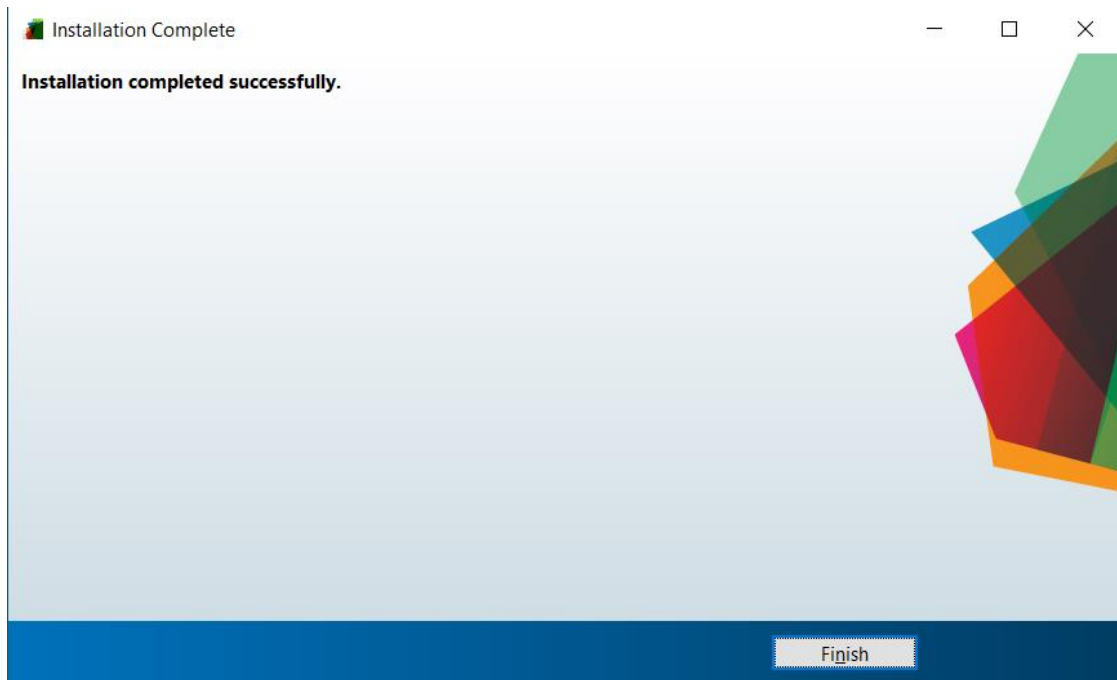
**Figura 8.18.** Inicio de la instalación

11. Seguir los pasos de instalación en pantalla para lograr ejecutar el software en cualquier CPU con sistema operativo Windows sin necesidad de instalar Matlab.



**Figura 8.19.** Ruta de instalación





**Figura 8.20.** Fin de la instalación

Y de esta forma se crea el archivo ejecutable del software creado.