



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

TEMA:

**“Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13.8 KV”**

AUTOR:

VITERI MOGROVEJO, FERNANDO DAVID

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de

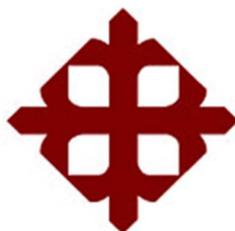
**INGENIERO EN ELÉCTRICO-MECÁNICA.**

TUTOR:

GALLARDO POSLIGUA, JACINTO ESTEBAN

Guayaquil, Ecuador

16 de Septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Viteri Mogrovejo, Fernando David**, como requerimiento para la obtención del título de  
**INGENIERO EN ELÉCTRICO- MECÁNICA**

TUTOR

---

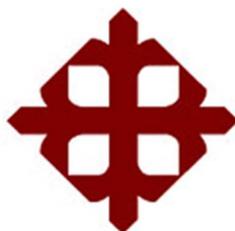
GALLARDO POSLIGUA, JACINTO ESTEBAN

DIRECTOR DE CARRERA

---

HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO

Guayaquil, a los 16 días del mes de Septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Viteri Mogrovejo, Fernando David**

**DECLARÓ QUE:**

El trabajo de titulación **“Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13.8 KV”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Eléctrico-mecánica, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

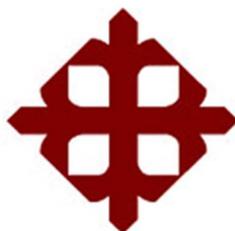
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 16 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

---

VITERI MOGROVEJO, FERNANDO DAVID



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Viteri Mogrovejo, Fernando David**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de **“Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13.8 KV”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 16 días del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

---

VITERI MOGROVEJO, FERNANDO DAVID

# REPORTE DE URKUND

**URKUND**

Documento: [tesis.definitivo.viteri.uno.docx \(021578964\)](#)

Presentado: 2016-09-01 17:46 (-05:00)

Presentado por: fernan\_vir@hotmail.com

Recibido: jacinto.gallardo.ucs@analysis.urkund.com

Mensaje: [TESIS ENVIADA NUEVAMENTE](#) [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de esta aprox. 39 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.

siguientes métodos: **El tiempo de trabajo agregado** para determinar el tiempo tipo de operaciones: **Estimación estructurada** Estudio de tiempos Normas de tiempo pre-determinadas Para establecer

69%

que va a ser objeto de estudio. **SELECCIONAR** los datos relativos a las circunstancias y a los métodos en que se realiza el trabajo. **REGISTRAR** los datos registrados y con sentido crítico, verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos. **EXAMINAR** la cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del estándar de la operación previsto, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales. **COMPLAR** con precisión la serie de actividades y el método de operación y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

DEFINIR precio unitario costo directo de obracosto directo de transporte costo directo material costo directo de materiales y equipocosto directo de herramientas y equipos costos indirectos método sistemático realizamos un modelo por medio de sus componentes método observación recopilación de información de campo uso de muestreo método medición los datos se tabulan la información es medida método analítico se analiza la información método inducción se analiza la información de lo general para llegar a una aplicación particular método sintético por medio del análisis realizamos la síntesis y unificación de la información Organización y método Recolección de información Medición de la información Análisis de la información Mejora y estandarización de rendimientos Cálculo de costos directos Cálculo de costos indirectos Integración de los costos Obtención de precios unitarios

[Metadata removed]

**Lista de fuentes**

Bloques	Categoría	Enlace/nombre de archivo
		<a href="#">INFORME GRUPAL # 1.docx</a>
		<a href="#">TI2-BASUTOGEMA.docx</a>
		<a href="#">SANTIAGO PAUCAR.docx</a>
		<a href="#">TESIS (SANTIAGO PAUCAR ZALIBRANO).pdf</a>
		<a href="http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenieria-industrial/linea-de-tiempo-de-trabajo/">http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenieria-industrial/linea-de-tiempo-de-trabajo/</a>
		<a href="#">TI2-CEDEÑO-HILDA.docx</a>

**Archivo de registro Urkund:** ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANAB / TI2-BASU... 69%

que va a ser objeto de estudio. **REGISTRAR** Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen. **EXAMINAR** Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos. **MEDIR** La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo. **COMPLAR** El tiempo estándar de la operación previsto, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc. **DEFINIR** Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados. 2.1.6.

## DEDICATORIA

*Quiero dedicar de manera muy especial la culminación de esta etapa de mi vida, a mi esposa Erika y a mi hijo Emiliano, y mis queridos padres Fernando y Teresa, a mi abuelita Carmen que ha sido como una madre más, que han sabido sobrellevar los buenos y malos momentos, que con mucho esfuerzo y dedicación dieron todo para mi bienestar y mi futuro, también lo dedico a mis queridos hermanos Carlos, Carol, Eduardo, Mauricio y a mi hermana Paola que ya no se encuentra con nosotros y a mis sobrinos Kevin, Lucas, Renata, Abigail, Danna y Sebastián, que siempre me han apoyado en todo momento y me han sabido tener la paciencia necesaria. A mis padres que me formaron con honestidad y con ímpetu los cuales han sido un pilar muy importante.*

*Quiero dedicar mi logro también a mis suegros Rosa y Edgar y amigos Javier y Wilmar, a todas las personas que estuvieron a mi lado, que sin esperar nada a cambio compartieron sus esfuerzos, apoyo y alegrías.*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer primeramente a Dios por darme la salud y la vida y las fuerzas necesarias para poder culminar mi carrera, también a mis padres por depositar su confianza en mí; a mi hermano Carlos que ha sido como un padre para mí y que sin él no hubiera sido posible la terminación de este proyecto, a la Universidad Católica a mi tutor Jacinto Gallardo y a mis profesores, por la enseñanza impartida con sus conocimientos; a mis familiares allegados que me motivaban cada día a seguir luchando por alcanzar mis objetivos planteados y a mis compañeros de clases que juntos cursamos historias del día a día que ahora quedaran como anécdotas. Agradecimiento a todos a quienes me han sabido aconsejar y guiar.*



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICO-MECANICA

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**POSLIGUA GALLARDO, JACINTO ESTEBAN**

TUTOR

---

**HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO**  
DIRECTOR DE CARRERA

---

**MENDOZA MERCHAN, EDUARDO VICENTE**

COORDINADOR DEL ÁREA

# ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO 1:</b> .....	19
1.1    Introducción. ....	19
1.2    Antecedentes. ....	19
1.3    Planteamiento del problema. ....	20
1.4    Justificación.....	21
1.5    Objetivos. ....	21
1.5.1  Objetivo general. ....	21
1.5.2  Objetivos específicos. ....	21
1.6    Hipótesis o idea a defender. ....	22
1.7    Metodología de la investigación. ....	22
<b>CAPÍTULO 2:</b> .....	24
2.1    Antecedentes.....	24
2.2    Descripción del sistema eléctrico de potencia. ....	26
2.3    Fundamentos del sistema de distribución eléctrico. ....	28
2.3.1  Definición del sistema de distribución eléctrico.....	28
2.3.2  Características del sistema de distribución eléctrico. ....	28
2.3.3  Clasificación del sistema de distribución de acuerdo a su construcción. ....	29
2.3.4  Clasificación del sistema de distribución de acuerdo al voltaje nominal. ....	33
2.3.5  Clasificación del sistema de distribución de acuerdo al tipo de carga.....	36
2.3.6  Clasificación del sistema de distribución de acuerdo a su ubicación geográfica. ....	37
2.4    La empresa eléctrica de distribución. ....	38
2.4.1  Actividades del área técnica. ....	39
2.4.1  Actividades del área comercial. ....	39
2.5    Definiciones básicas. ....	39
2.6    Teoría general de costos. ....	42
2.6.1  Definición del costo.....	43
2.6.2  Características del costo .....	43

2.6.3	Clasificación de los costos.....	43
2.6.4	Definición de costos fijo y variable.....	44
2.7	El costo directo.....	45
2.7.1	El costo de la mano de obra.....	45
2.7.2	El costo de materiales.....	46
2.7.3	El costo de herramientas y equipos.....	46
2.7.4	Costo del transporte.....	47
2.8	El costo indirecto.....	47
2.8.1	El costo administrativo.....	47
2.8.2	El costo financiero.....	47
2.8.3	El costo de seguros e impuestos.....	48
2.8.4	Imprevistos.....	48
2.9	El costo de operación y mantenimiento.....	48
2.10	La definición de utilidad.....	49
2.11	La depreciación.....	49
2.12	Definición de investigación de operaciones.....	50
2.13	Definición De Rendimiento Y Estandarización.....	50
<b>CAPÍTULO 3:</b> .....		<b>51</b>
Metodología para el cálculo de precios unitarios estándares.....		51
3.1	Descripción general de la metodología.....	51
3.1.1	Métodos de investigación aplicados.....	54
3.1.2	Técnicas de investigación aplicadas.....	55
3.1.3	Normativas Consideradas.....	56
3.2	Estudio del trabajo.....	58
3.3	Procedimiento básico para el estudio del trabajo.....	59
3.4	Técnicas del estudio del trabajo.....	60
3.5	Estudio o ingeniería de métodos.....	62
3.6	Procedimiento básico para el estudio de método.....	63
3.7	El estudio de movimientos.....	64

3.7.1	Definición de micromovimientos. ....	64
3.7.2	El estudio de micromovimientos. ....	64
3.7.3	Clasificación de los micromovimientos en obras eléctricas. ....	66
3.8	Medición del trabajo. ....	67
3.8.1	Procedimiento básico para medición del trabajo ....	67
3.8.2	Técnicas para la medición del trabajo. ....	68
3.9	Estudio de tiempo. ....	69
3.9.1	Herramientas para el estudio del tiempo. ....	69
3.9.2	Consideraciones generales para la toma del tiempo. ....	70
3.9.3	Metodología para el estudio del tiempo. ....	70
3.10	Metodología para aplicación del costo directo ....	78
3.10.1	Determinación de personal y salarios a emplear ....	79
3.10.2	Determinación de grupos de trabajo. ....	81
3.10.3	Consideraciones al costo de la obra. ....	81
3.10.4	Consideraciones del costo de materiales y equipo ....	82
3.10.5	Consideraciones del costo de herramientas. ....	83
3.10.6	Consideraciones del transporte. ....	83
3.11	Consideraciones al costo directo ....	84
3.12	Determinación de precio unitario con integración de costo. ....	85
<b>CAPÍTULO 4:</b> .....		86
Unidad de propiedades en el sistema de distribución. ....		86
4.1	Definiciones básicas ....	86
4.2	Lineamientos generales para identificar Up y Uc. ....	86
4.2.1	Estructura del identificador de las Up Y Uc. ....	86
4.2.2	Identificación del grupo de estructuras en redes aéreas de distribución (ES). ....	89
4.2.3	Identificación de las unidades de propiedad. ....	91
<b>CAPÍTULO 5:</b> .....		104
Cálculo de precios unitarios y análisis de resultados. ....		104
5.1	Descripción general ....	104

5.2	Presentación del aplicativo .....	104
5.3	La base de datos.....	106
5.4	Sección de actividades y equipos .....	111
5.5	Sección de precios unitarios de mano de obra.....	113
5.6	Sección de materiales .....	116
5.7	Precio unitario por unidad de propiedad.....	118
5.8	Análisis de resultados de precios unitarios de mano de obra.....	121
	Conclusiones .....	122
	Recomendaciones.....	124
	Bibliografía .....	125
	Glosario De Términos.....	127
	ANEXO A.....	130
	Formulario registro de tiempos .....	130
	ANEXO B .....	131
	Cálculo de precio unitario mano obra UP .....	131
	ANEXO B .....	132
	Cálculo de precio unitario mano obra UP .....	132
	ANEXO B .....	133
	Cálculo de precio unitario mano obra UP .....	133
	ANEXO B .....	134
	Cálculo de precio unitario mano obra UP .....	134
	ANEXO B .....	135
	Cálculo de precio unitario mano obra UP .....	135
	ANEXO B .....	136
	Cálculo de precio unitario mano obra UP .....	136
	ANEXO C .....	137

## Índice de Figuras.

### **CAPÍTULO 2:** Marco Teórico.

Figura 2. 1: Componentes del sistema eléctrico de potencia .....	26
Figura 2. 2: Representación gráfica de un sistema eléctrico de potencia.....	27
Figura 2. 3: Red aérea de distribución .....	31
Figura 2. 4: Voltajes secundario y tipo de sistema.....	35
Figura 2. 5: Representación de costos fijos vs los variables.....	45

### **CAPÍTULO 3:** Metodología para el cálculo de precios unitarios estándares.

Figura 3. 1: Metodología general .....	51
Figura 3. 2: Componentes de costos asociados en el precio unitario.....	54
Figura 3. 3: Método empleado .....	54
Figura 3. 4: Procedimiento básico para estudio del trabajo .....	59
Figura 3. 5: Técnicas del estudio del trabajo .....	60
Figura 3. 6: Diagrama de Gantt proyecto eléctrico.....	61
Figura 3. 7: Ingeniería de métodos.....	62
Figura 3. 8: Objetivos del estudio de métodos.....	63
Figura 3. 9: Procedimiento básico para estudio de métodos.....	64
Figura 3. 10: Procedimiento básico para medición del trabajo.....	68
Figura 3. 11: Técnicas para medición del trabajo .....	69
Figura 3. 12: Efectos de la valoración.....	75
Figura 3. 13: Suplementos laborables .....	76
Figura 3. 14: Secuencia de obtención de tiempo estándar .....	78
Figura 3. 15: Costos asociados en el precio unitario.....	85

### **CAPÍTULO 4:** Unidad de propiedades en el sistema de distribución.

Figura 4. 1: Estructura de código UP y UC .....	87
---	----

**CAPÍTULO 5:** Cálculo de precios unitarios y análisis de resultado.

Figura 5. 1: Aplicativo de precios unitarios ..... 106

Figura 5. 2: Base de datos: personal y grupos de trabajo..... 107

## Índice de Tablas.

### **CAPÍTULO 3:** Metodología para el cálculo de precios unitarios estándares.

Tabla 3. 1: Simbología de procesos ASME .....	62
Tabla 3. 2: Movimientos Therbligs .....	65
Tabla 3. 3: Sistema de valoración de Westinghouse.....	74
Tabla 3. 4: Escala de valoración Británica.....	74
Tabla 3. 5: Concesiones OIT para suplementos.....	77
Tabla 3. 6: Personal y salario .....	79
Tabla 3. 7: Grupos para construcción y diseño de redes media y baja tensión.....	81

### **CAPÍTULO 4:** Unidad de propiedades en el sistema de distribución.

Tabla 4. 1: Códigos del primer campo de UP .....	87
Tabla 4. 2: Códigos del segundo campo de UP .....	88
Tabla 4. 3: Estructuras 1F de distribución 13,8KV GRDy/ 7,96KV - 13,2KV GRDy/ 7,62KV .....	92
Tabla 4. 4: Estructuras 3F de distribución 13,8KV GRDy/ 7,96KV - 13,2KV GRDy / 7,62K.....	94
Tabla 4. 5: Estructuras 3F de distribución 13,8KV GRDy/ 7,96KV - 13,2KV GRDy / 7,62K.....	94
Tabla 4. 6: Estructuras baja tensión red desnuda 240/ 120 V .....	96
Tabla 4. 7: Estructuras baja tensión preensamblada 240/ 120 V .....	97
Tabla 4. 8: Transformadores de distribución en poste .....	97
Tabla 4. 9: Alumbrado público en poste .....	98
Tabla 4. 10: Medidor masivo electrónico .....	99
Tabla 4. 11: Acometidas .....	99
Tabla 4. 12: Puesta a tierra.....	100
Tabla 4. 13: Postes .....	100
Tabla 4. 14: Tensores y anclajes en medio y bajo voltaje.....	101
Tabla 4. 15: Conductores .....	102
Tabla 4. 16: Equipos de compensación.....	102

Tabla 4. 17: Seccionadores en media y baja tensión.....	103
---	-----

**CAPÍTULO 5: Cálculo de precios unitarios y análisis de resultado.**

Tabla 5. 1: Base de datos:Trabajadores por grupo.....	108
Tabla 5. 2: Base de datos: Micromovimientos.....	109
Tabla 5. 3: Base de datos: Herramientas y equipos .....	110
Tabla 5. 4: Actividades en Unidades de propiedad.....	112
Tabla 5. 5: Cálculo de precios unitarios para mano de obra .....	113
Tabla 5. 6: Precios unitarios para de unidades de propiedad según los grupos para mano de obra.....	114-115
Tabla 5. 7: Precios unitarios para materiales .....	116-117
Tabla 5. 8: Precios unitarios para unidad de propiedad .....	118-119-120
Tabla 5. 9: Cuadro Comparativo de precios unitarios de mano de obra para unidades de propiedad .....	121

## RESUMEN

La presente tesis es una propuesta académica para la estandarización de los precios unitarios en la construcción de redes eléctricas de distribución aérea, para unidades de propiedad a 13.8KV homologadas por el Ministerio de Electricidad, ya que hasta la fecha persiste el problema de que las empresas eléctricas de distribución mantienen diferentes precios para la misma unidad constructiva. El objetivo principal es determinar los precios unitarios estándares para la elaboración de presupuestos de proyectos de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13,8KV, para esto es necesario establecer específicamente precios para la mano de obra y del material que se utilizan en las unidades de propiedad. Para el desarrollo de la tesis se utiliza la metodología de la investigación científica, basada en el estudio y medición del trabajo por medio de las técnicas del estudio de tiempos y de micromovimientos, que luego del análisis de la información se determinan los tiempos estándares para las unidades de propiedad, que son procesados mediante un aplicativo informático elaborado en este proyecto y que facilita la automatización del cálculo. En conclusión, los precios unitarios obtenidos para la mano de obra respetan los salarios mínimos, las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo y la teoría general del costo, son económicamente sustentables, y los de materiales respetan las reglas del mercado, por lo que los resultados pueden ser considerados como una propuesta de estandarización de precios unitarios para las unidades de propiedad.

## **ABSTRACT**

This thesis is an academic proposal for the standardization of unit prices in the construction of power grids overhead distribution for property units 13.8KV approved by the Ministry of Electricity, since to date the problem persists companies electrical distribution maintain different prices for the same construction unit .The main objective is to determine the unit prices standards for budgeting network projects up to 13,8 KV overhead power distribution, this requires specifically set prices for labor and materials used in property units. For the development of the thesis the methodology of scientific research, based on the study and work measurement using the techniques of time study and micro-movements, which after analyzing information standard times are determined for use property units, which are processed by a computer application developed in this project and facilitates the automation of the calculation. In conclusion, unit prices obtained for labor respect minimum wages, the recommendations of the International Labour Organization and the general theory of cost, economically sustainable, and materials respect the rules of the market, so the results can be considered as a proposal for standardization of unit prices for property units.

## **CAPÍTULO 1:**

### **1.1 Introducción.**

En el Ecuador a principios de la década de mil novecientos ochenta del siglo pasado el ex INECEL Instituto Ecuatoriano de Electrificación estableció una base de estructuras (Inecel, 1980, paras. 1–12) y materiales para la construcción de obras eléctricas en media y baja tensión, llegando a determinar cuadrillas constructivas y rendimientos que sirvieron de guías en la determinación de precios unitarios de unidades constructivas de las obras del Plan de electrificación en las diferentes empresas del sector eléctrico de la distribución.

Hoy en día las empresas eléctricas de Distribución están sujetas a leyes que rigen al sector público, y existen diversos mecanismos para que puedan ejecutar sus planes de operación, mantenimiento e inversión, estos planes deben estar debidamente justificados y presupuestados bajo un esquema de precios reales, es decir ajustados al mercado.

En este contexto los estudios de precios unitarios son muy utilizados en el sector público de la Distribución Eléctrica para los procesos de contratación de obras, bienes o servicios que se realizan por medio del portal de compras públicas (LOSNCP R.O. 395, 2015, sec3. 1–5). En la etapa de elaboración de los Pliegos de contratación es necesario contar con los términos de referencia, estos a su vez se fundamentan en el Estudio del Proyecto cuyo objetivo es de establecer los requerimientos técnicos, operativos, recursos y cumplimiento de normas, respaldados económicamente con el monto del presupuesto.

### **1.2 Antecedentes.**

En el Ecuador a principios de la década de mil novecientos ochenta del siglo pasado el ex INECEL Instituto Ecuatoriano de Electrificación estableció normas para unidades de construcción por medio de la Unidad Ejecutora del Plan de Electrificación Rural UNEPER para obras eléctricas en media y baja tensión, llegando a determinar cuadrillas constructivas y rendimientos que sirvieron de guías en la determinación de precios unitarios de unidades constructivas de las obras del

Plan de electrificación en las diferentes empresas del sector eléctrico de la distribución.

Hoy en día las empresas eléctricas de Distribución están sujetas a leyes que rigen al sector público, y existen diversos mecanismos para que puedan ejecutar sus planes de operación, mantenimiento e inversión, estos planes deben estar debidamente justificados y presupuestados bajo un esquema de precios reales, es decir ajustados al mercado.

El actual Ministerio de Electricidad y Energía renovables en septiembre de 2009 conformo la comisión de homologación de unidades de propiedad CUP que estableció las unidades de propiedad ahora vigentes, sin embargo, los precios no unitarios hasta la presente fecha no han sido estandarizados, manteniendo las empresas de distribución tengan precios unitarios diferentes.

### **1.3 Planteamiento del problema.**

En la actualidad la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCP R.O. 395, 2008, paras. 1–4) obliga a las empresas de Distribución del sector eléctrico a que los procesos de adquisición deben constar en el Plan Anual de Contratación PAC y que los presupuestos de preferencia deben estar basados en un esquema de precios unitarios que cada entidad contratante las determina. Considerando que las empresas eléctricas mantienen presupuestos de operación, mantenimiento y de inversión que contemplan diferentes compras durante el año, vale la pregunta ¿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 de obra eléctricas en media y baja tensión, así como precios de actividades comerciales como lecturas de medidores, cortes y reconexiones del servicio en medio y baja tensión?

En el país no existe una política general de precios en el sector eléctrico, así por ejemplo una misma unidad constructiva o actividad de gestión comercial eléctrica tienen diferentes precios en las empresas de distribución eléctrica, lo que conlleva a un malestar en los profesionales de la ingeniería eléctrica al momento de

realizar los presupuesto para presentar sus ofertas en las empresas eléctricas. Es importante precisar como la falta de una estandarización de los precios unitarios afecta la construcción de redes eléctricas, en este sentido vale analizar las siguientes preguntas:

¿Cómo los precios unitarios contribuyen en la elaboración de los presupuestos de obras y servicios eléctricos para contratación pública?

¿Qué clases de precios unitarios en las empresas eléctricas de distribución se requieren?

## **1.4 Justificación.**

Este trabajo es de aplicación práctica, el análisis de precios unitarios podrá ser utilizado para elaborar presupuestos y determinar el costo total de un proyecto para planes de inversión o gastos de operación en las áreas Técnica y Comercial de las empresas eléctricas, así como también para los contratistas que formulan sus ofertas por medio del portal de compras públicas, pues por medio del costeo podrán saber la rentabilidad de la oferta.

Se realiza un aporte al análisis de precios unitarios, en proyectos eléctricos basados en las estructuras de distribución del manual MEER.

## **1.5 Objetivos.**

### **1.5.1 Objetivo general.**

Determinar precios unitarios para la elaboración de presupuestos de proyectos de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13,8KV, mediante la metodología de rendimientos estándares.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

A continuación, se exponen los siguientes objetivos específicos para el presente trabajo de titulación:

- Determinar precios unitarios de mano de obra para estructuras homologadas de distribución hasta 13.8KV del Manual MEER.

- Establecer los precios unitarios de los materiales que conforman unidades de propiedad, utilizando metodología estadística.
- Elaborar un aplicativo informático que permita el cálculo automatizado de los precios unitarios de unidades de propiedad.

## **1.6 Hipótesis o idea a defender.**

La aplicación del método de la medición del trabajo, el análisis de micromovimientos y salarios reales en la construcción de las unidades de propiedad de las redes de distribución eléctrica, facilita la determinación y estandarización de precios unitarios reales.

## **1.7 Metodología de la investigación.**

El presente proyecto tiene como alcance obtener un documento técnico detallando los precios unitarios de unidades de propiedad de distribución eléctrica hasta 13.8KV, para esto se utilizará el método de la medición del trabajo, análisis de micromovimientos, se utilizará las técnicas investigación de campo para determinar mediante cronometro los tiempos efectivos de trabajo de construcción, para posterior agregar los tiempos suplementarios recomendados por la Organización internacional del trabajo, con la finalidad de establecer los tiempos estándares de unidades de propiedad y posterior mediante un aplicativo informático los precios unitarios.

La metodología utiliza varios métodos de la investigación como el inductivos, sistemático, de medición, técnicas de investigación como la observación de campo y el método de síntesis para la elaboración del presente documento.

La secuencia metodológica de proyecto parte del método inductivo de análisis dinámico se establece de la siguiente forma:

- Marco teórico conceptual del análisis de precios unitarios y establecimiento de variables, legislación laboral, tablas salariales, costo de propiedad de equipos, factores de uso, de distancia y diversidad.

- Unidades de propiedad conforme a catalogo electrónico MEER, especificaciones técnicas, simbología, códigos de UP, tomados de [www.unidadesdepropiedad.com.ec](http://www.unidadesdepropiedad.com.ec)
- Establecimiento de cuadrillas, equipos y herramientas de construcción por actividad técnica y comercial, de acuerdo a empresa modelo.
- Análisis de campo y determinación de micromovimientos.
- Medición del trabajo, determinando tiempo efectivo, movilización, del micromovimiento y de la actividad, rendimientos estándar.
- Determinación de costos de mano de obra y precios unitarios.
- Determinación de costos y precios unitarios de materiales por análisis de mercado y estadística.
- Elaboración de aplicativo informático para la determinación de precios unitarios por unidad de propiedad.
- Conclusiones y recomendaciones del análisis de precios.

## **CAPÍTULO 2:**

### **Marco Teórico.**

#### **2.1 Antecedentes.**

La distribución de energía en el Ecuador se inició en 1897, en la ciudad de Loja, con la empresa “Luz y Fuerza”, posteriormente se incorporaron otras empresas en las ciudades de Quito, Cuenca, Guayaquil, Riobamba. En el año de 1940, el Gobierno Nacional adjudicó el servicio eléctrico a los municipios. Mediante Decreto de Ley de Emergencia No. 24 de 23 de mayo de 1961, se creó el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL, cuya responsabilidad fue integrar el sistema eléctrico nacional y elaborar el Plan Nacional de Electrificación.

De acuerdo a la Ley Básica de Electrificación (Registro Oficial, 1961, sec. 2), el INECEL se encargó de las obras de distribución; así a principios de la década de los 80 del siglo veinte el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL formulo un programa nacional de electrificación, designando a la Unidad Ejecutora del Programa Nacional de Electrificación Rural UNEPER para la ejecución de obras en la diferentes empresas de distribución eléctrica, esta responsabilidad fue compartida con las empresas distribuidoras que por el gran volumen de proyectos a construir optaron por contratar con empresas privadas o ingeniero eléctricos, con este antecedente las Distribuidoras tuvieron que elaborar una lista de precios unitarios de materiales y unidades de construcción determinadas en el Manual UNEPER de junio de 1980.

Como el Estado ya no poseía mayores recursos monetarios para el desarrollo de nuevos proyectos, se promovió la privatización del sector eléctrico y se acogió el modelo de Mercado Eléctrico Mayorista que fueron impulsados en toda América Latina desde 1990, lo que provocó por decreto la terminación de la vida jurídica del INECEL, el 31 de marzo de 1999.

La Ley de Régimen del Sector Eléctrico, LRSE fue publicada el 10 de octubre de 1996 que reformó el sector, con participación del Estado y abriéndolo a la privatización y a la competencia, con la creación de un modelo basado en el Mercado

Eléctrico Mayorista, como paso previo a la privatización. La LRSE creó el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC, como ente regulador, planificador y controlador del sector eléctrico y el Centro Nacional de Control de Energía CENACE, como administrador de transacciones técnicas y financieras del mercado eléctrico mayorista.

El 9 de julio de 2007 fue creado el Ministerio de Electricidad y Energía Renovables MEER, en el 2008 se aprueba de la nueva Constitución de la República del Ecuador, definiéndose al sector eléctrico como estratégico. Con la promulgación de los Mandatos Constituyentes #. 9 y 15 se da inicio a la reestructuración del sector eléctrico, con el objetivo de tener un mercado verticalmente integrado donde el Estado es el único propietario.

En el 2009, se crea la Corporación Nacional de Electricidad, CNEL en primera instancia con 10 empresas, las cuales pasaron a ser llamadas Unidades de Negocio, luego en el año 2014 por decisión del Gobierno se incorpora la Empresa Eléctrica Guayaquil mientras que las otras empresas eléctricas Ambato, Azoques, Centro Sur, Cotopaxi, Galápagos, Norte, Quito, Riobamba y Sur con participación mayoritaria del gobierno continúan independiente, pero con rendición de cuentas al MEER

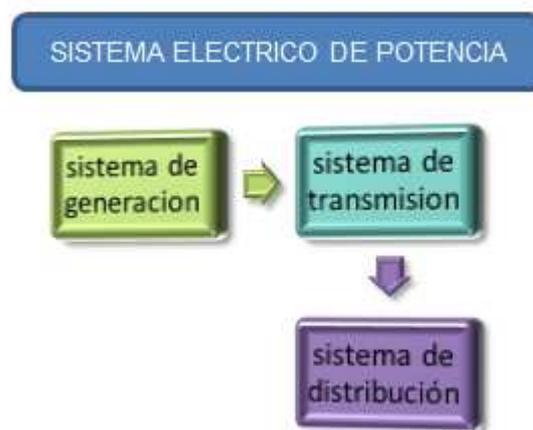
En la actualidad, en el país las empresas eléctricas de distribución tienen diferentes precios unitarios para los presupuestos de obra aun cuando las unidades constructivas o de propiedad han sido homologadas y estandarizadas por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable MEER. En este trabajo se presenta una metodología para el cálculo de precios unitarios basado en rendimientos estándares que pueden ser utilizados como una referencia por las empresas de distribución con el objetivo de determinar una lista única de precios para el catálogo digital de unidades de propiedad UP de las redes de distribución de energía eléctrica del portal web <http://www.unidadesdepropiedad.com/>

## 2.2 Descripción del sistema eléctrico de potencia.

Para una mejor comprensión de lo que significa el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP), procedemos a describir su definición, la función que cumple y cuáles son sus componentes básicos.

- a) **Definición.** - Es un conjunto de instalaciones y equipos necesarios para producir, transportar y distribuir la energía eléctrica y potencia a los consumidores.
- b) **Función.** - Cumple la función de “suministrar energía eléctrica y potencia a los consumidores con calidad, seguridad, oportunidad y economía”
- c) **Componentes.** -El sistema eléctrico de potencia se divide en tres componentes o sistemas fundamentales que son el sistema de generación, transmisión y distribución.

En la siguiente figura 2.1 se presenta un diagrama básico de un SEP.



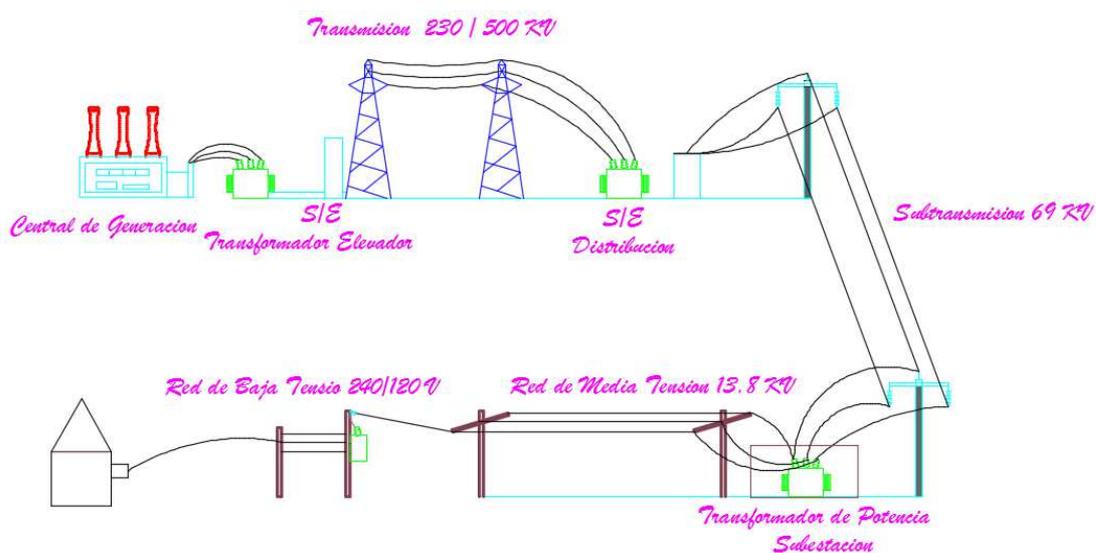
**Figura 2.1:** Componentes del Sistema Eléctrico de Potencia.  
**Fuente:** Autor.

- d) **Características.** -El sistema eléctrico de potencia está conformado por una fuente de electricidad o central de generación, las líneas de transporte o redes eléctricas que contienen estructuras de soportes, conductores, ya sea para la etapa de transmisión, subtransmisión o en la distribución, otros componentes

son las subestaciones donde encontramos los transformadores de potencia, y finalmente las cargas o consumidores.

- e) **El sistema de generación**, es el encargado de la producción de energía, que puede ser a través de centrales hidroeléctricas, térmicas, nucleares, mareomotrices, fotovoltaicas, eólicas, geotérmicas.
- f) **El sistema de transmisión**, es encargado de transportar la energía eléctrica desde la central generadora hasta el sistema de distribución, por medio de un sistema de redes eléctricas y transformadores, utilizando torres o postes de alturas mayores a los de distribución, así como conductores de grandes calibres, para disminuir las pérdidas de potencia utiliza altos voltajes que van desde los 138kv, 230kv, 500kv, 700kv, 1000kv.
- g) **El sistema de distribución**, es encargado de distribuir la energía al usuario final, ya sean consumidores residenciales, comerciales o industriales, lo realiza por redes eléctricas área o subterráneas, utiliza también subestaciones de distribución, utiliza voltajes en la etapa subtransmisión 69/138kv y en la etapa primaria o media tensión utiliza voltajes a 6kv, 13,2kv, 13,9kv, 22kv, 35kvy en la etapa secundaria o redes de baja tensión a 120v, 220v, 240v para la residencia o comercios y en la industria voltajes a 380, 440v, 480v. Este sistema para llegar al voltaje de servicio a los consumidores residenciales utiliza los transformadores de distribución.

En la siguiente figura 2.2 se representa a un sistema eléctrico de potencia con las instalaciones generales.



**Figura 2.2:** Representación gráfica de un Sistema Eléctrico de Potencia.  
**Fuente:** Autor.

## **2.3 Fundamentos del sistema de distribución eléctrico.**

El sistema de distribución forma parte del sistema eléctrico de potencia, aproximadamente la inversión. La distribución de energía eléctrica es una de las mayores empresas que impulsan el desarrollo de una región. El Sistema Eléctrico de Distribución SED, es el encargado de distribuir la energía, por lo tanto, es el puente entre los productores y transmisores de grandes bloques de energía hacia los consumidores.

En esta parte analizaremos de manera general los fundamentos y característica del sistema de distribución.

### **2.3.1 Definición del sistema de distribución eléctrico.**

Se define al Sistema Eléctrico de Distribución SED al conjunto de instalaciones que hacen posible suministrar la energía eléctrica que proviene desde los centros de generación y transporte en alta tensión, hacia el consumidor final, en forma segura y confiable (Samuel Ramírez Castaño, 2004, pp. 25–26).

### **2.3.2 Características del sistema de distribución eléctrico.**

El sistema de distribución eléctrico esta operado por la Empresa de Distribución Eléctrica, cuya misión es la de llevar la energía hasta el suministro eléctrico que culmina en los bornes del medidor asignado al cliente.

- a) **Componentes del sistema.** -Los sistemas de distribución se pueden dividir en cuatro componentes principales:
- **Subestación de distribución:** son las instalaciones sobre un terreno cercado donde están el transformador de potencia, equipos de regulación, control y seccionamiento, celdas, barra de energización, salida de los circuitos primarios
  - **Líneas de subtransmisión:** conductores desde el calibre 266MC, estructuras de soporte tipo bandera u H, reguladores, postes 14-18m

- **Distribución Primaria:** alimentadores primarios conformado por conductores desde el calibre 2 AWG y estructuras de soporte con crucetas centradas o voladas, postes y transformadores de distribución aéreos desde capacidades desde 3 a 150 KVA.
- **Distribución Secundaria:** redes de baja tensión conductores, estructuras de soportes con bastidores galvanizados y para red tipo preensamblada, acometidas y medidores.
- **Características de las pérdidas.** - en los sistemas de distribución es donde se producen los mayores porcentajes de pérdidas de energía y esto es debido al gran volumen de equipos y redes que conforman, y a los bajos niveles de tensión que se manejan.

### **2.3.3 Clasificación del sistema de distribución de acuerdo a su construcción.**

#### **a) Redes de distribución aéreas.**

Este tipo de red se caracteriza porque, el conductor que usualmente es desnudo y utiliza estructuras de soporte como aisladores soportados en crucetas y estos a su vez en postes.

Las partes principales de un sistema aéreo son esencialmente:

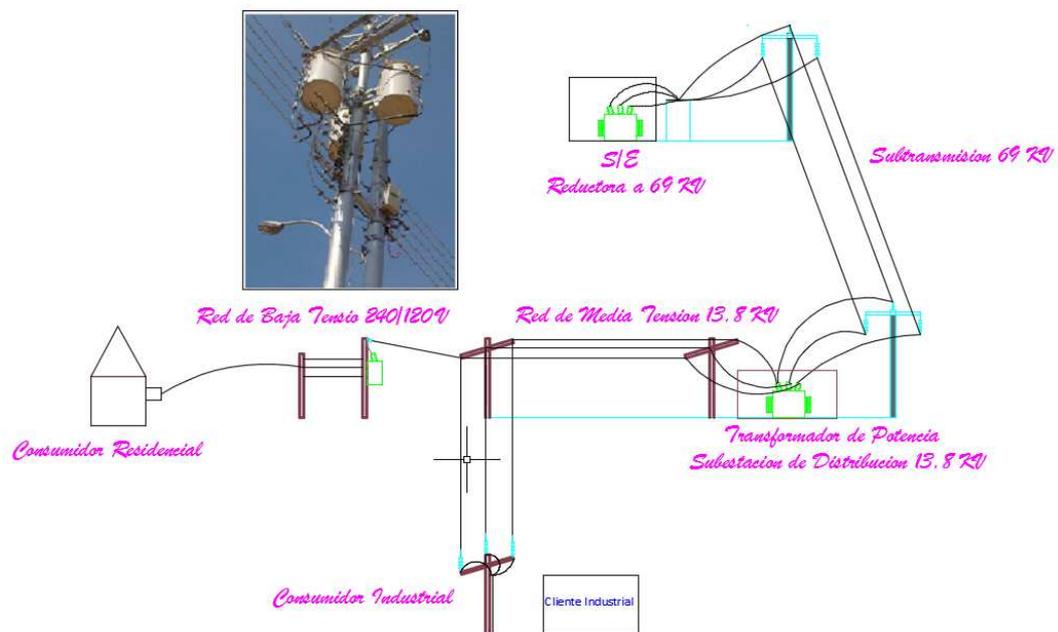
- **Postes:** estos pueden ser de madera, hormigón armado o metálico y sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de los circuitos. Son utilizados para sistemas urbanos postes de concreto de 14, 12 y 10 metros con resistencia de rotura de 1050, 750 y 510 kg respectivamente.
- **Conductores:** son los que dejan fluir la corriente eléctrica, por el costo en relación al cobre en los circuitos primarios se utilizan los conductores de Aluminio aliado, ACAR y el aluminio reforzado con alma de acero ACSR desnudos, y en calibres 266 MCM 4/0, 2/0, 1/0 y 2 AWG y para circuitos secundarios en cables desnudos o aislados y en los calibres 2/0, 1/0, 2, 4 AWG. Los circuitos de baja tensión son de 3 y 4 hilos con neutro

puesto a tierra. Paralelo a estos circuitos van los conductores de alumbrado público.

- **Crucetas:** soporta a los aisladores y cables pueden ser de material de madera inmunizada o de ángulo de hierro galvanizado de 2 o 2,4 metros para 13.8, 13,2 kV por lo regular vienen con agujeros estandarizados.
- **Aisladores:** son los que sirven para el aislamiento del voltaje hacia la herrajería, son de porcelana o siliconados en la norma ANSI 55.4, 55.5. 52.1 para media tensión (espiga y disco) y ANSI 53.3 para baja tensión (carrete).
- **Herrajes:** todos los herrajes utilizados en redes aéreas de baja y mediana tensión son de acero galvanizado. (grapas, varillas de anclaje, tornillos de máquina, collarines, espigos, etc.).
- **Equipos de seccionamiento y protección:** el seccionamiento se efectúa por medio de seccionadores monopolares estándares, las capacidades más utilizadas son de 100 a 200 amperios. Para protección contra descargas atmosféricas se utilizan los pararrayos tipo válvula 10 a 12kv
- **Transformadores:** se emplean transformadores monofásicos convencionales o autoprotegidos (CSP) en los siguientes valores de potencia nominal: 5-10-15-25 - 37.5 - 50 - 75 kVA y para transformadores trifásicos en potencia nominal a: 30 - 45 - 75 -112.5 y 150 kVA.
  
- **Ventajas:**
  - Costo inicial más bajo.
  - Son las más comunes y materiales de fácil consecución.
  - Fácil mantenimiento.
  - Fácil localización de fallas.
  - Tiempos de construcción más bajos.
  
- **Desventajas:**
  - Mal aspecto estético.

- Menor confiabilidad.
- Menor seguridad (ofrece más peligro para los transeúntes).
- Son susceptibles de fallas y cortes de energía ya que están expuestas a: descargas atmosféricas, lluvia, granizo, polvo, temblores, gases contaminantes, brisa salina, vientos, contactos con cuerpos extraños, choques de vehículos y vandalismo

En la siguiente figura 2.3 se presenta una red típica de distribución aérea real (a) y otra ilustrativa (b):



**Figura 2.3:** Red aérea de distribución  
Fuente: Autor

### **b) Redes de distribución subterráneas.**

Son aquellas que están soterradas y utilizadas en zonas ya sea por estética, ordenanzas municipales, normativas del ente regulador o por razones de seguridad en el que no es aconsejable un sistema aéreo

Con el desarrollo urbanístico, las grandes ciudades están adoptando el sistema subterráneo por el aéreo.

Las partes principales de un sistema subterráneo son:

- **Ductos:** que pueden ser de asbesto cemento, de PVC reforzados corrugados o lisos de preferencia en color blanco o naranja o metálicos resistente a la corrosión, con diámetro mínimo de 4 pulgadas.
- **Cables:** se utilizan del tipo monopolares o tripolares aislado en polietileno de cadena cruzada XLPE, de polietileno reticulado EPR, en caucho sintético y en papel impregnado en aceite APLA o aislamiento seco elastomérico. En alimentadores primarios se pueden utilizar en calibres desde 2/0 AWG hasta 500MCM en sistemas de 34.5kv, 22.8kv 13.8kV, 13.2kv, 10kv, 7.6 y 6.3kV.
- Para la red secundaria los cables a instalar en baja son aislados a 0.6/1.1 KV con polietileno termoplástico PE-THW y recubierto con una chaqueta protectora de PVC, se pueden utilizar en calibres desde 1/0 AWG hasta 300MCM, para ambos casos calibres dependerán de la magnitud de carga.
- **Cámaras:** hay de varios tipos siendo la más común la de inspección y de empalme que sirve para hacer conexiones, pruebas y reparaciones. Deben poder alojar a 2 operarios para realizar los trabajos. Allí llegan uno o más circuitos y pueden contener equipos de maniobra, son usados también para el tendido del cable. La distancia entre cámaras puede variar, así como su forma y tamaño.
- **Empalmes uniones y terminales:** permiten continuidad y conexiones precisas entre cables y equipos.
- **Transformadores:** generalmente van en cámaras o algunos en pozos con protección tipo auto sumergibles y en caso de no ser posible se utilizan los sobrepuestos tipo patmounted.
- **Equipos de protección y seccionamiento:** pueden utilizarse cortacircuitos y fusibles eslabón, fusibles limitadores de corriente, cuchillas seccionadoras, interruptor (llave seccionadora), pararrayos, interruptor tipo poste, y regleta de derivación.

- **Ventajas:**
  - Mayor confiabilidad (es decir menos interrupciones)
  - Mayor seguridad al riesgo eléctrico
  - Estética.
- **Desventajas:**
  - Alto costo inicial
  - Dificultad de localización de falla, a menos que se disponga de equipos adecuados, un sistema scada y un sistema administrador de interrupciones.
  - Mantenimiento costoso
  - Exposición a la humedad y roedores

Para la construcción de este tipo de redes se recomienda la topología tipo anillo, con la finalidad de garantizar la continuidad del servicio.

#### c) **Topología de los alimentadores:**

Eléctricamente los alimentadores se pueden construir con una de las siguientes topologías básicas:

- Radial
- Anillo
- Mallados

### **2.3.4 Clasificación del sistema de distribución de acuerdo al voltaje nominal.**

De acuerdo al Reglamento de Tarifas Eléctricas para el Ecuador y publicado en el Registro Oficial # 598 del 17 de junio del 2002, en su capítulo 1 Art. 3 se define:

- **Nivel de baja tensión:** instalaciones y equipos del Sistema del Distribuidor que operan a voltajes inferiores a los 600 voltios. Para el caso de media tensión se define.
- **Nivel de media tensión:** Instalaciones y equipos del Sistema del Distribuidor que opera a voltajes entre 600 V y 40 kV.
- **Nivel de alta tensión: voltaje** superior a 40 kV. y asociado con la subtransmisión.

**a) Redes de distribución secundarios.**

En Ecuador existen varios voltajes de diseño para circuitos secundarios. Los siguientes son los voltajes de diseño de redes urbanas y rurales que permiten abastecer al servicio residencial, comercial, a la pequeña industria y al alumbrado público cuando estos 2 últimos son alimentados por la red secundaria.

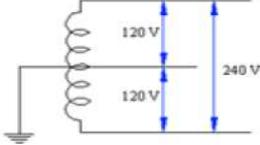
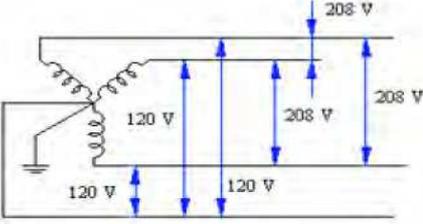
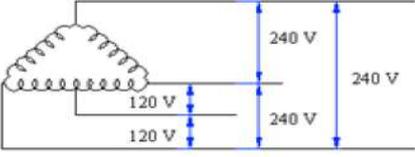
- Monofásico trifilar 240/120 V con punto central a tierra.
- Trifásico tetrafilar 208/120 V con neutro a tierra y 220/127 V con neutro a tierra.
- Trifásico en triángulo con transformadores monofásicos, de los cuales uno solo tiene conexión a tierra 240/120 voltios.

Los voltajes mencionados aquí se refieren a la tensión de placa (sin carga) en los transformadores de distribución.

Para los sistemas industriales y de alumbrado público grandes, que requieren un transformador propio independiente de la red secundaria, son muy comunes las siguientes tensiones nominales.

- Trifásico 480/277 V en estrella.
- Trifásico 480/240 V en delta.

En la siguiente figura 2.4 se observa diferentes arreglos para voltajes en el secundario.

Voltaje secundario y tipo de sistema	Diagrama de conexiones y voltajes secundarios	Utilización y disposición recomendada
120 / 240 V. Monofásico trifilar Neutro sólido a tierra		Zonas residenciales urbanas. Zonas rurales - Alumbrado público. Redes aéreas. Subterránea en zonas residenciales clase alta.
120 / 208 V Trifásico tetrafilar en estrella Neutro sólido a tierra		Zonas comerciales e industriales. Zonas residenciales urbanas. Zonas rurales con cargas trifásicas. Alumbrado público. Redes aéreas. Subterránea en zonas céntricas.
120 / 240 V Trifásico tetrafilar en $\Delta$ con devanado partido		Zonas comerciales e industriales. Zonas residenciales urbanas Zonas rurales con cargas trifásicas. Alumbrado público. Redes aéreas. Subterránea según especificaciones.

**Figura 2.4:** Voltajes secundario y tipo de sistema.

**Fuente:** Libro *Redes de distribución de energía* Samuel Ramírez Castaño, 2004.

### b) Redes de distribución primarias.

Para los alimentadores primarios se diseñan los circuitos a diferentes voltajes. En el país se establece como voltaje nominal para el diseño 13.2/7.62 kV, configuración estrella con neutro sólido a tierra. Sin embargo, existen otros voltajes en la región como ejemplo 6kv, 22kv, 34,5kv.

### c) Redes de subtransmisión.

Esta red corresponde a la que une las subestaciones de distribución generalmente operan a 69kvsin embargo por el tema de pérdidas a futuro se está pensando migrar a 115-138kv.

### **2.3.5 Clasificación del sistema de distribución de acuerdo al tipo de carga.**

Desde el punto de vista del uso de la energía, la carga y por ende las redes de distribución se pueden clasificar:

#### **a) Redes de distribución para cargas/ usuarios residenciales.**

Son las redes destinadas a los usuarios residenciales o que habitan en conjuntos residenciales, urbanizaciones, edificios para apartamentos o multifamiliares. Estas cargas se caracterizan por ser eminentemente resistivas (alumbrado y calefacción) y aparatos electrodomésticos de pequeñas características reactivas. Los consumidores o usuarios de la energía con tarifa residencial de acuerdo al hábito de consumo o lugar donde viven se pueden dividir en estratos:

- Estrato alto: tienen un alto consumo de energía eléctrica (estratos 5 y 6).
- Estrato medio: tienen un consumo moderado de energía eléctrica (estrato 4).
- Estrato bajo: tienen un consumo bajo de energía eléctrica (estratos 1,2 y 3).
- Estrato carenciado: usuarios de asentamientos consumo muy bajo de energía (estrato 0)

#### **b) Redes de distribución para cargas comerciales**

Caracterizadas por ser cargas resistivas y se localizan preferentemente en los centros urbanos, donde se desarrollan las actividades comerciales, centros comerciales y edificios de oficinas. Tienen cierto componente inductivo debido a los equipos de refrigeración de gran capacidad y equipos de computación, los cuales bajan el factor de potencia. Hoy en día predominan cargas muy sensibles que introducen armónicos.

#### **c) Redes de distribución para cargas industriales.**

Estas cargas además de la energía activa consumen energía reactiva debido al uso de motores instalados. Con frecuencia se hace necesario corregir el factor de potencia. Además de las redes independientes para fuerza motriz es indispensable

distinguir otras para calefacción y alumbrado. A estas cargas se les controla el consumo de reactivos y se les realiza gestión de la carga.

Actualmente tienen tarifa horaria, además de la energía, deben pagar el costo por demanda de potencia y se los penaliza si tienen bajo factor de potencia.

**d) Redes de distribución para cargas de alumbrado público.**

Es la red dedicada a energizar las luminarias públicas, es decir pertenecen al Sistema de Alumbrado Público SAP

**e) Redes de distribución para cargas mixtas.**

Es una combinación de las diferentes redes y abarca diferentes usuarios o consumidores.

### **2.3.6 Clasificación del sistema de distribución de acuerdo a su ubicación geográfica.**

Un sistema de distribución puede atender a centros de consumos ubicados en diferentes zonas dentro de una ciudad o región, esto es clientes localizados en zonas urbanas o suburbanas/marginales. Así las podemos clasificar:

**a) Redes de distribución urbanas.**

Estas redes se ubican en el área urbana, los consumidores de estas zonas están concentrados, y las cargas pueden ser monofásicas o trifásicas.

**b) Redes de distribución rurales.**

Se encuentran ubicadas en la zona rural, puede haber clientes residenciales, o industriales. Los costos de operativos y de mantenimiento son mayores a las ubicadas en la zona urbana.

Las principales características de las redes de distribución rural son: usuarios dispersos, cargas generalmente monofásicas, pueden implicar zonas montañosas, se zonas de fácil acceso se utilizan postera de hormigón, pero en las zonas dificultosas de madera o de fibra de vidrio, los transformadores más utilizados son de tanque

aéreo de bajas capacidades, para el mantenimiento de la línea por lo regular es necesario realizar el corte/poda (desbroce) de la vegetación.

**c) Redes de distribución suburbanas.**

Que tienen características intermedias donde puede existir gran concentración de usuarios que tienen bajo consumo como los suburbios o asentamientos espontáneos.

**d) Redes de distribución turística.**

Los ciclos de carga están relacionados con las temporadas de vacaciones, con la finalidad de armonizar con la naturaleza se recomienda el uso de redes subterráneas.

## **2.4 La empresa eléctrica de distribución.**

Es una organización empresarial cuya misión es la de suministrar el servicio eléctrico a los hogares o centros de consumo sean estos comerciales o industriales, en un área de concesión autorizada por el Ente Regulador, que para el caso ecuatoriano corresponde a la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad (ARCONEL) (Arconel, 2004)

La empresa eléctrica como organización está dividida en varias áreas, entre las principales son:

- Gerencia General
- Gerencia Comercial.
- Gerencia Técnica.
- Gerencia de Planificación
- Gerencia Administrativa y Financiera
- Gerencia de Tecnología e informática
- Gerencia de Control a procesos
- Asesoría Jurídica
- Auditoria

Conforme el Reglamento General de la Ley de Régimen del sector eléctrico elaborado por el ex CONELEC actual ARCONEL, publicado en el Registro Oficial # 401 de 21 de noviembre de 2006, define al Distribuidor como la “Persona jurídica titular de una concesión o que por mandato expreso de la ley asume la obligación de

prestar el servicio público de suministro de energía eléctrica a los consumidores finales, dentro de su área de concesión o de servicio” (Registro Oficial, 2006)

#### **2.4.1 Actividades del área técnica.**

Son funciones del área técnica las actividades operativas y de control de las redes primarias, secundarias, sistema de alumbrado público, subestaciones de distribución, líneas de subtransmisión, y la aprobación de proyectos técnicos.

En el área técnica se ejecutan las actividades relacionadas a la ingeniería de distribución, operación, mantenimiento y supervisión de las redes eléctricas primarias, secundarias y del alumbrado público. Se las actividades de la ingeniería de construcción por medio de la ejecutan obras eléctricas y ampliaciones de redes. Las actividades de ingeniería de supervisión de subestaciones por medio del sistema de Supervisión y Control de Adquisición de Datos y del sistema administrador de interrupciones.

#### **2.4.1 Actividades del área comercial.**

Son funciones del área comercial la gestión de actividades dirigidas a la atención al cliente como solicitudes de nuevos servicios, cambios de medidores, cambios de tarifas, de acometidas, ventas de productos. Otras actividades relacionadas al área comercial son la facturación, con ayuda de la gestión de toma de lecturas a medidores, gestión de recaudación y gestión del corte por deuda y reconexión del servicio, el control del hurto de energía.

### **2.5 Definiciones básicas.**

En esta parte de la tesis se definen algunos conceptos importantes relacionados al área eléctrica y del estudio precios unitarios

#### **a) OBRA ELECTRICA**

Es el conjunto de actividades constructivas realizadas por uno o varios individuos o máquinas cuya secuencia lógica tiene como objetivo la realización de una construcción eléctrica. La obra eléctrica está compuesta por el componente mano de obra, materiales y de ser necesario equipos eléctricos.

**b) SERVICIO ELECTRICO**

Es un conjunto de acciones cuya función principal es servir en el aspecto eléctrico a la persona requirente. Otra forma de definir el servicio eléctrico desde el punto empresarial, es la entrega del producto denominado energía eléctrica al consumidor, mediante un contrato de servicio.

**c) BIEN**

Desde el punto de vista económico es toda cosa, que cumple la función de satisfacer una necesidad, que posee un valor económico y que es objeto de derecho.

**d) MATERIALES**

Los materiales son objetos físicos o conjunto de elementos sometidos a determinados estudios y que cumplen normas específicas, con la finalidad de desempeñar una función dentro de una obra.

**e) HERRAMIENTA**

Es un instrumento o conjunto de instrumentos que sirven para realizar un determinado trabajo.

**f) EQUIPO**

Conjunto de instrumentos, utensilios u objetos necesarios para realizar una actividad.

**g) SALARIO Y SUELDO**

De acuerdo al Código de trabajo del Ecuador, en el capítulo VI y Art 80 se define como al Salario es el estipendio que paga el empleador al obrero en virtud del contrato de trabajo; y sueldo, la remuneración que por igual concepto corresponde al empleado.

También se puede definir como salario a la retribución que se hace al trabajador por su trabajo realizado. El salario se paga por jornadas de labor y en tal caso se llama jornal; por unidades de obra o por tareas. El sueldo, por meses, sin suprimir los días no laborables. Con la finalidad de evitar la explotación laboral, en

la mayoría de los países incluido el Ecuador existen leyes que regulan las relaciones laborales.

#### **h) MANO DE OBRA**

Se conoce como mano de obra al esfuerzo tanto físico como mental humano que se aplica durante el proceso de elaboración de un bien o producto, adquisición de un servicio, por el cual se debe pagar un valor monetario.

#### **i) PRESUPUESTO**

Desde el punto de vista de las finanzas y economía el presupuesto es la cantidad de dinero necesaria para poder ejecutar de una obra, un proyecto, una actividad económica personal o de negocio en una forma ordenada y en un determinado periodo de tiempo.

En el caso del presupuesto detallado, éste debe contener todos y cada uno de los rubros necesarios y debidamente costeados para ejecutar el proyecto o adquirir un servicio.

Partiendo del concepto de que el presupuesto es la cantidad necesaria para poder adquirir un bien, por lo tanto, es necesario que los presupuestos incluyan los impuestos legales dentro de un país.

#### **j) PRECIO UNITARIO**

Es el valor monetario que se le asigna a una unidad de un producto o servicio, es decir el precio debe incluir todos los costos necesarios para poder producir una unidad de un artículo, bien, producto o servicio. Al costo de producción se le suman los costos de comercialización y utilidad, luego de lo cual se obtiene un precio unitario primario libre de impuesto.

#### **k) CONTRATO**

De acuerdo al código civil ecuatoriano (Artículo 1454, 2012) en su libro cuarto título uno y en su Art. 1454 menciona que el contrato o convención es un acto por el cual una parte se obliga para con otra a dar, hacer o no hacer alguna cosa. Cada parte puede ser una o muchas personas naturales o jurídicas

También puede definirse como un acuerdo privado que crea obligaciones y derechos civilmente exigibles.

### **1) PROYECTO ELECTRICO**

Un proyecto eléctrico es la construcción de una obra eléctrica, siguiendo normas técnicas requeridas por una entidad que tiene el control del suministro de electricidad.

En el área de distribución un proyecto eléctrico (Alberto Naranjo, 2008) debe contener la documentación de soporte, entre los principales podemos citar:

- Memoria descriptiva técnica.
- Notas de cálculo (criterio de diseño, observaciones de normas, cálculos con fórmulas aceptadas)
- Cumplimiento de especificaciones técnicas de los equipos y elementos que forman el proyecto.
- Plano eléctrico, georreferenciado.

El proyectista debe considerar en su diseño las normas y especificaciones aceptadas por la empresa de distribución que aprueba los proyectos, el expediente técnico debe tener en cuenta las normas del Código Eléctrico. El diseño debe ser normalizado y utilizar estructuras homologadas por el ministerio de electricidad.

## **2.6 Teoría general de costos.**

En este trabajo la teoría general será tratada desde el punto de vista económico y no de la contabilidad. De acuerdo a Enrique Cartier(Universidad Central Argentina, 2013)expresa que "la Teoría General del Costo es un conjunto de conocimientos que aspira a concentrar los principios que explican, dan fundamento y respaldo a las Técnicas de Costeo".

Oscar Osorio establece que "La Teoría General del Costo se ocupa del estudio,interpretación predicción de los costos por medio del establecimiento de relaciones lógicas de diferentes jerarquías o categorías, algunas de ellas esenciales o

sustanciales otras dimensionales o de medidas, y por ultima otras ambientales o de procedencia del fenómeno”.

### **2.6.1 Definición del costo.**

Se define al costo como el gasto económico necesario para la fabricación de un bien, o producto, la construcción de una obra o la prestación de un servicio. El término costo, también llamado coste, es el gasto económico ocasionado por la producción de algún bien o la oferta de algún servicio. Este concepto incluye la compra de insumos, el pago de la mano de trabajo, los gastos en las producción y administrativos, entre otras actividades.

### **2.6.2 Características del costo**

Los costos deben reunir 4 características fundamentales:

- Veracidad
- Claridad
- Comparabilidad
- Utilidad

### **2.6.3 Clasificación de los costos.**

La clasificación de los costos dependerá del enfoque y de la utilización, en este sentido podemos citar algunas clasificaciones de los costos:

De acuerdo a su identificación

- Costo Directo
- Costo Indirecto

De acuerdo a su comportamiento

- Costos fijos
- Costos variables
- Costos semi-variables
- Costos mixtos
- Costos escalonados

De acuerdo al área donde se consumen

- Costos de producción
- Costos de distribución

- Costos de administración
- Costos de financiamiento

De acuerdo al tiempo que se calculan

- Costos históricos
- Costos predeterminados

#### **2.6.4 Definición de costos fijo y variable.**

##### **a) Costo Fijo**

Son aquellos costos que permanecen constante durante el periodo de tiempo en que se ejecuta el proceso, sin importar el volumen de producción de un producto o de ejecución de una obra o servicio.

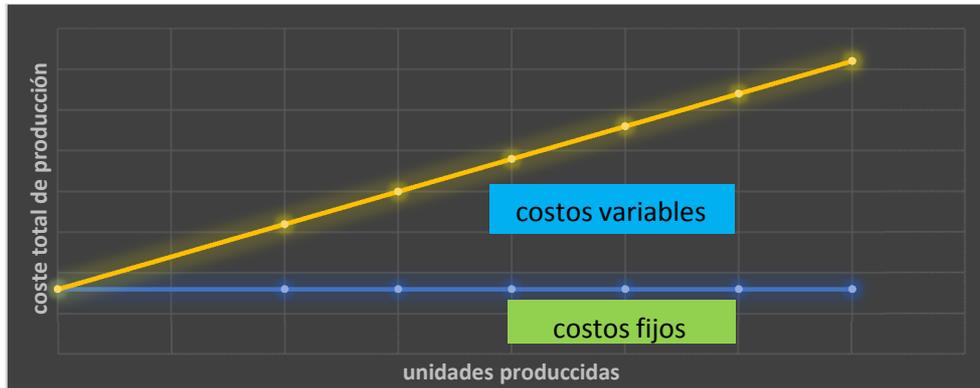
Los costos fijos son aquellos costos que la empresa debe pagar independientemente de su nivel de operación, es decir, produzca o no produzca debe pagarlos. Un costo fijo, es una erogación en que la empresa debe incurrir obligatoriamente, aun cuando la empresa opere a media marcha, o no lo haga, razón por la que son tan importantes en la estructura financiera de cualquier empresa.

Un ejemplo de costo fijo son los pagos como del arrendamiento, puesto que este, así no se venda nada, hay que pagarlo, también son los sueldos y salarios del personal, los servicios básicos, etc. Uno de los costos fijos principales sin duda es el componente de la mano de obra, por este motivo muchos empresarios tratan de obtener ante el gobierno leyes que promulguen la flexibilidad laboral y de esta forma permitir que este tipo de costo se convierta en variable.

##### **b) Costo variable**

Son aquellos que varían de acuerdo al volumen de producción ya sea para un bien o servicio, es decir si no hay producción no existen costos variables. También podemos decir que es aquel costo que aumenta o disminuye, de acuerdo al volumen de producción.

En la siguiente figura 2.5 se presenta una representación gráfica de los costos fijos y variables:



**Figura 2.5:** Representación de costos fijos vs los variables  
**Fuente:** Autor

## 2.7 El costo directo.

Los costos directos (Ministerio de Nicaragua, 2008) son aquellos costos que están directamente relacionados en el proceso de la obtención de un bien, realización de obra o prestación de servicio. Podemos decir que son aquellos que están directamente relacionados con la obra, por lo tanto, son claramente identificables y medibles. Entre los principales costos directos tenemos:

- Materiales directos
- Mano de obra directa
- Equipos y herramientas
- Transporte

### 2.7.1 El costo de la mano de obra.

Es el costo relacionado con la fuerza de trabajo físico o intelectual para el desarrollo de una obra, elaboración de un producto, bien o prestación de un servicio.

El costo directo de mano de obra (Ing Alvaro Beltrán Razura, 2012) son los pagos de salarios reales que realiza el empleador o contratista al personal que ejecuta e interviene directamente en la obra, elaboración de un producto o prestación de un servicio. Los salarios reales deben incluir todos los beneficios de la seguridad social (décimo tercero, décimo cuarto, fondo de reserva, vacaciones, de ser el caso

vestimenta) respetando las escalas salariales mínimas y aportes que debe realizar el empleador.

Para obtener el costo directo de mano de obra por unidad, podemos utilizar la siguiente expresión:

$$MO = Sr/R$$

MO: mano de obra

Sr: salario real

R: rendimiento

### **2.7.2 El costo de materiales.**

El costo directo de los materiales es el que corresponde a los pagos monetarios por los materiales que se emplean en la ejecución de una obra, o proyecto.

El costo real de los materiales puede ampliarse si consideramos:

- El costo de adquisición del material
- El costo del transporte
- El costo de almacenamiento

Para el costo de los materiales es necesario establecer la unidad de medida y el costo por unidad.

### **2.7.3 El costo de herramientas y equipos.**

Es el costo que se deriva por uso directo por las herramientas y equipos en la ejecución de una obra o proyecto.

El costo de herramientas y equipos se deduce del costo de depreciación, costo de operación de maquinaria (combustibles, lubricantes, otros), costo de mantenimiento (repuestos, reparación), costo de seguros y almacenamiento y administración.

En caso de no tener bajo propiedad las herramientas o equipos, el costo corresponderá al costo de alquiler.

#### **2.7.4 Costo del transporte**

Es el costo por el uso directo de vehículos (autos, camionetas, camiones, grúas, motos) en la ejecución de una obra o proyecto o en la prestación de un servicio que involucra la movilización. Para establecer el costo del transporte se debe tener claro la unidad de medida y el tiempo de uso, el costo de depreciación, costo de operación de maquinaria (combustibles, lubricantes, otros), costo de mantenimiento (repuestos, reparación), costo de seguros y almacenamiento y administración.

En caso de no tener bajo propiedad los vehículos o maquinaria, el costo corresponderá al costo de alquiler.

### **2.8 El costo indirecto.**

Son aquellos costos necesarios para el desarrollo de un proyecto u obra, pero que no están directamente relacionados en la ejecución de la obra, o en la elaboración de un bien o en la prestación de un servicio. El costo indirecto tiene varios detalles como son: administrativo y técnicos, financiero de seguros, utilidad, capacitaciones, servicios básicos

#### **2.8.1 El costo administrativo.**

Estos costos son aquellos que representan la mano de obra indirecta como sueldos y salarios incluidos beneficios sociales de ejecutivos, representante técnico, supervisores, choferes, empleados administrativos, gastos de limpieza, asesoría jurídica, gastos de limpieza incluidos

#### **2.8.2 El costo financiero.**

El costo financiero se refiere a los intereses que se deben por los capitales obtenidos mediante préstamo y que sirven para la ejecución de la obra o proyecto. Los costos financieros también son aquellos intereses que se generan a causa de pagos tardíos a proveedores, impuestos. El costo financiero se calcula en función de la tasa de interés determinada por el sector financiero.

### **2.8.3 El costo de seguros e impuestos.**

#### **a) Costo seguro**

El costo de seguro, son los gastos que se cargan por asegurar los bienes, herramientas y equipos, seguros de vida del personal operativo. El costo por seguros, es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria o equipo o construcción, por algún siniestro que sufra.

#### **b) Costo impuesto**

Este costo representa los pagos que se generan por impuestos a la renta, prediales (urbanos o rurales), a los vehículos, tasas arancelarias de ser el caso.

### **2.8.4 Imprevistos.**

Son los gastos adicionales que se incurren en la ejecución de la obra, los gastos imprevistos son distribuidos proporcionalmente con el costo directo de la obra, entre los imprevistos podemos citar:

- Materiales extras para cubrir la ejecución de la obra.
- Mano de obra extra para cubrir la ejecución de la obra.
- Costos adicionales por alquiler de maquinarias, vehículos y herramientas.
- Adicionales por impuestos y seguros.

## **2.9 El costo de operación y mantenimiento.**

### **Costo de operación**

Son los gastos relacionados a la operación de la maquinaria y equipos como son los gastos de combustibles, lubricantes, energía, es decir todo suministro necesario para la operación de la maquinaria. En estos costos indirectos podemos citar cargos técnicos y administrativos, alquileres de máquinas, costos de depreciaciones, obligaciones seguros y registros.

### **Costo de mantenimiento**

Forman parte de los costos indirectos y son los gastos relacionados al mantenimiento de las máquinas, herramientas, vehículos, grúas, compra de repuestos

y su mano de obra. Los costos de mantenimiento son los costos relacionados a los fallos, en este caso pueden adicionar los costos de parada, tiempo perdido de producción e incluso producto perdido.

## 2.10 La definición de utilidad.

Desde el punto de vista económico, la utilidad o beneficio es el resultado de la diferencia de los ingresos menos los egresos en una determinada actividad económica, en este sentido la utilidad puede obtenerse como un flujo de caja positivo. La utilidad puede calcularse en forma general mediante la siguiente expresión:

$$U = E - Y$$

Dónde:

U: utilidad

E: egresos

Y: ingresos

## 2.11 La depreciación.

En la teoría económica y de contabilidad, la depreciación se refiere a la disminución periódica económica del valor de un bien material o inmaterial. En términos generales la depreciación es la disminución del valor de un activo. Uno de los métodos más utilizados para la obtener la depreciación es el de línea recta, se obtiene del hecho de que el valor en libros se reduce linealmente en el tiempo, puesto que la tasa de depreciación es la misma cada año, es 1 sobre el periodo de recuperación.

La depreciación anual se puede determinar por la siguiente expresión:

$$D = (C_i - V_s) \times T_d$$

Dónde:

D: depreciación anual

C<sub>i</sub>: costo inicial

V<sub>s</sub>: valor de salvamento

T<sub>d</sub>: tasa de depreciación

## **2.12 Definición de investigación de operaciones**

Es un enfoque científico en la toma de decisiones que buscan el mejor diseño y operación de un sistema.

De acuerdo a los autores Churchman, Ackoff y Arnoff (West Churchman, 1971) "La investigación de operaciones es la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas (hombre-máquina), a fin de se produzcan soluciones que mejor sirvan a los objetivos de la organización". En general la investigación de operaciones es la aplicación de la metodología científica a través de modelos matemáticos, primero para presentar el problema y luego resolverlo.

## **2.13 Definición De Rendimiento Y Estandarización**

### **Rendimiento:**

En sentido general se define como rendimiento al producto o la utilidad que rinde o da una persona o máquina. En términos matemáticos, el rendimiento sería la proporción entre el resultado que se obtiene y los medios que se emplearon para alcanzarlo. En el ámbito del trabajo laboral podemos determinar las unidades obtenidas por hora.

### **Estandarización:**

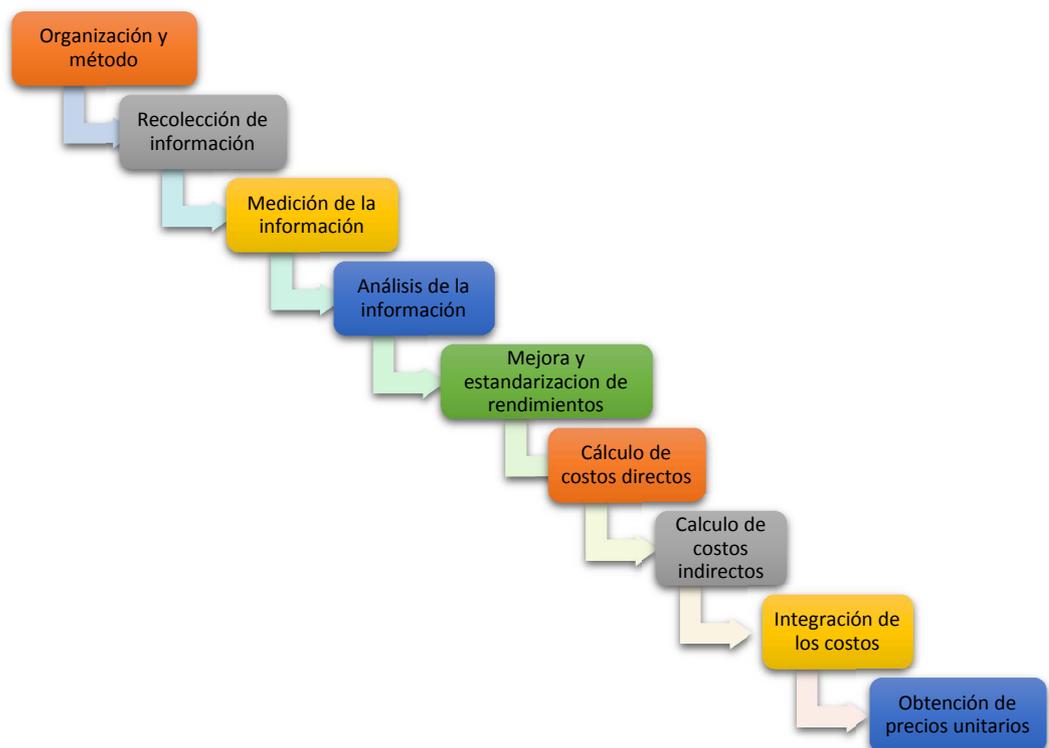
Se conoce como estandarización (Frederick Hillier, 2010) al proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera estándar o sea mediante un modelo con la finalidad de hacer que las cosas sean uniformes.

## CAPÍTULO 3:

### Metodología para el cálculo de precios unitarios estándares

#### 3.1 Descripción general de la metodología.

En esta sección se describe la metodología a utilizar para el cálculo de los precios unitarios de las unidades constructivas y de propiedad para redes de distribución aéreas tanto para materiales y mano de obra incluyendo todos los costos directos e indirectos. En términos generales este trabajo se basa en la metodología de la investigación científica, una manera descriptiva, la podemos observar en la siguiente figura 3.1:



**Figura 3.1:** Metodología General  
Fuente: Autor

A continuación, presentamos el análisis metodológico para el cálculo del precio unitario:

- ❖ Análisis del costo de mano de obra directo
  - Determinación de personal a emplear
  - Determinación de salarios.
  - Determinación de grupos de trabajo
  - Determinación de procedimiento constructivo.
  - Análisis del rendimiento de grupos de trabajos en campo
  - Fijación del tiempo estándar por unidades constructivas
  - Determinación del costo directo de mano de obra por unidades constructivas
  
- ❖ Análisis del costo de herramientas y equipos de trabajo.
  - Determinación del costo de herramientas y equipos de trabajo
  - Determinación del costo horario de herramientas y equipos de trabajo
  - Asignación de herramientas menores y equipos por grupo de trabajo
  - Asignación de vehículos y grúas por grupo de trabajo
  - Determinación del tiempo y uso de herramientas y equipos
  - Determinación del costo directo de herramientas y equipos por unidades constructivas.
  
- ❖ Análisis del costo de transporte
  - Determinación del costo de propiedad de equipos
  - Determinación del costo de operación y mantenimiento de equipos
  - Asignación de equipos y grúas a grupos de trabajo
  - Determinación del tiempo y uso de equipos
  - Determinación del costo directo del transporte de mano de obras
  - Determinación del costo directo del transporte de materiales
  - Determinación del costo del transporte por unidades constructivas

- ❖ Análisis del costo de materiales
  - Determinación de grupos y clases de materiales
  - Determinación del costo de materiales de distribución para redes aéreas, utilizando precios de mercado y análisis estadístico.
  - Costo de bodegaje i distribución de materiales
  - Determinación del costo de materiales por unidades constructivas.
  
- ❖ Análisis de los costos indirectos
  - Determinación de los gastos de operación administrativo
  - Determinación de los gastos de operación en obra.
  - Determinación de los gastos financieros y de seguros
  - Consideraciones de imprevistos en el costo
  - La asignación de la utilidad
  
- ❖ Análisis del factor de riesgo y de distancia
  
- ❖ Análisis de impuestos y gastos fiscales
  
- ❖ Integración de los costos e impuestos
  
- ❖ Obtención del precio unitario final por unidad constructiva y de propiedad con impuestos y sin impuesto por medio de la hoja de cálculo electrónica.

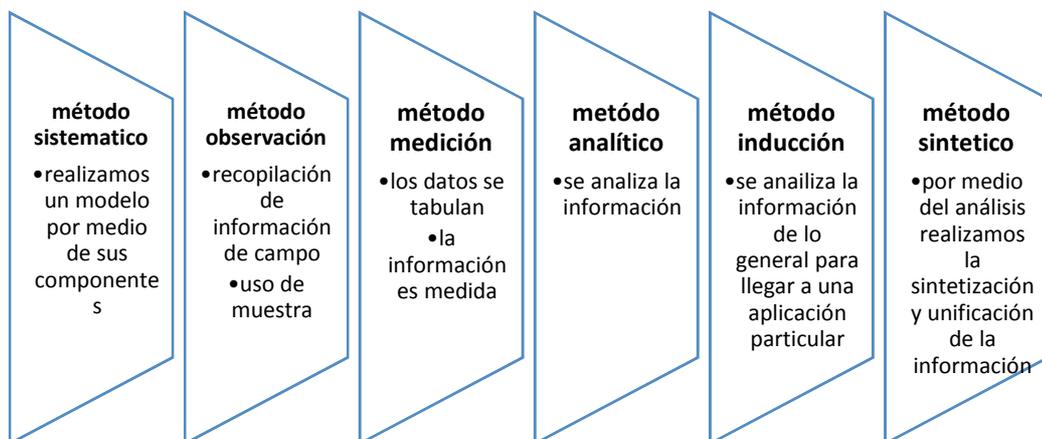
En concordancia con la metodología el precio unitario se determina en base a la contribución de los diferentes costos, los mismos que podemos resumir en la siguiente figura 3.2:



**Figura 3.2:** Componentes de costos asociados en el precio unitario  
**Fuente:** Autor

### 3.1.1 Métodos de investigación aplicados

El método trabajo a utilizar nos permite mediante un proceso sistemático aprovechar al máximo los recursos humanos y materiales con el objetivo de ser eficientes, es decir tener una mayor productividad. En el desarrollo de este trabajo se utilizan diferentes métodos que forman parte del método científico, entre los principales podemos observar en la siguiente figura 3.3:



**Figura 3.3:** Método empleado  
**Fuente:** Autor

Estos métodos nos permiten mediante la observación y recolección de datos identificar la información de los procesos, analizar la información, simplificarla y mantener un proceso de mejora, con el objetivo de tener información clara y precisa. En la ingeniería de métodos es importante realizar el estudio de tiempos y el estudio de movimientos con la finalidad de reforzar el proceso de mejora, en la sección de análisis de micromovimientos y rendimientos se tratará el tema con mayor detalle.

### **3.1.2 Técnicas de investigación aplicadas**

La técnica de la investigación (Roberto Hernández, 1997) es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cuales se efectúa el método. Define los instrumentos para la recolección de datos, para clasificar la información, y procesar los datos. En este trabajo se utilizan las dos técnicas generales:

- **Técnica documental:**

Permite la recopilación de la información por medio de fuentes documentales que sirven de referencia. Como referencia se utiliza literatura de metodología de la investigación científica, libros de ingeniería eléctrica de distribución, de análisis económico, de investigación de operaciones, catálogo de unidades de propiedad distribución eléctrica del MEER, entre otras fuentes bibliográficas.

- **Técnica de campo:**

Permite la observación de los hechos y la medición, para confrontar con la teoría. Para nuestro caso se realiza por medio de las mediciones de campo de los trabajos que ejecuta el personal operativo en los proyectos eléctricos de distribución aéreo en media y baja tensión

Otras de las técnicas aplicadas son el estudio de métodos, el de micromovimientos y de tiempos.

### 3.1.3 Normativas Consideradas

Antes de escribir sobre las normas aceptas es importante definir, ¿qué es una norma? A este respecto la Norma es un documento que establece, por consenso y con la aprobación de un organismo reconocido, reglas y criterios para usos comunes y repetidos. Es decir, establece las condiciones mínimas que deben reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado. La norma cláusulas obligatorias que utilizan la palabra “se deberá” para indicar requisitos, las cláusulas no obligatorias deberán ser citadas en un apéndice a parte y no son parte de los requisitos de la norma.

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se consideran varias normas entre las principales:

- **Norma APA:**

APA (American Psychological Association) que se refieren a: recursos materiales, aspectos mecanográficos, elementos estéticos, leguaje y estilo, las citas y la bibliografía y el ordenamiento del reporte.

- **Normas técnicas ecuatorianas NTE:**

Las normas técnicas ecuatorianas conocidas como NTE INEN son reguladas por el INEN mediante reglamentos técnicos ecuatoriano como los RTE, se puede acceder al portal: <http://www.normalizacion.gob.ec/normas-oficializadas>.

- **Estándares ANSI:**

Se refiere al Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI American National Standards Institute). Supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios y procesos y los aprueba. La sede está ubicada en Estados Unidos, se puede acceder al portal <https://www.ansi.org>.

- **Normas NEMA:**

National Electrical Manufacturers Association (NEMA) que significa Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos, con sede en Estados Unidos. Las

normas NEMA tienen diferentes estándares ya sea para un producto, proceso o procedimiento.

- **Normas IEC:**

International Electrotechnical Commission (IEC), que significa Comisión Electrotécnica Internacional que normaliza productos en el campo eléctrico, electrónico y tecnologías relacionados muchas de las normas se desarrollan en conjunto con la Organización Internacional de Normalización ISO de ahí que algunas normas tengan nomenclatura ISO/IEC.

- **Norma ASTM:**

American Society for Testing Materials (ASTM) es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica, acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Es una de las mayores organizaciones que desarrollan normas voluntarias por consenso, es uno de los contribuyentes más importantes de la ISO, es líder en la definición de materiales y métodos de pruebas y normas de carácter voluntario que involucra a productos, sistemas y servicios de la industria.

- **Norma UL:**

Underwriters Laboratories (UL) es una organización independiente con más de un siglo de experiencia en la evaluación de la seguridad de productos, entre las cuales se encuentra la certificación de productos con base en Normas Oficiales. Su sede está en Estados Unidos y tiene filiales a varios países. UL ofrece certificación relacionada con la seguridad, validación, pruebas, inspección, auditoría, asesoría y capacitación de servicios a una amplia gama de clientes, incluyendo a fabricantes, minoristas, hacedores de políticas, reguladores, empresas de servicios y los consumidores. Tiene sus normas UL para productos eléctricos y electrónicos.

- **Normas IRAM:**

Son las normas elaboradas y aprobadas por el Instituto Argentino de Normalización y certificación para productos, servicios o procedimientos. Abarca la mayoría de el producto y servicios elaborados en territorio argentino.

- **Normas NTC:**

Normas técnicas colombianas (NTC), aprobadas por el Instituto ecuatoriano de Normas Técnicas y certificación. ICONTEC

- **Normas IEEE:**

Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica abreviado como IEEE, es una organización con sede en Estados Unidos, su dirección es electrónico <https://www.ieee.org>

IEEE es una de las organizaciones líderes en la creación de estándares en el mundo. IEEE realiza sus estándares y mantiene las funciones a través de la Asociación de estándares IEEE. Estándares IEEE afectan a una amplia gama de industrias, incluyendo: el poder y la energía, biomedicina y salud, tecnología de la información, las telecomunicaciones, el transporte, la nanotecnología, la seguridad de la información, y muchos más. En 2013, la IEEE tenía más de 900 estándares activos, con más de 500 normas en elaboración. Uno de los más notables estándares IEEE es la IEEE 802LAN/MAN grupo de normas que incluye el estándar IEEE 802.3Ethernet y el estándar IEEE 802.11 de red inalámbrica.

- **NEC:**

Código eléctrico Nacional (NEC), es un estándar de los Estados Unidos para la instalación segura de cableado y equipos eléctricos.

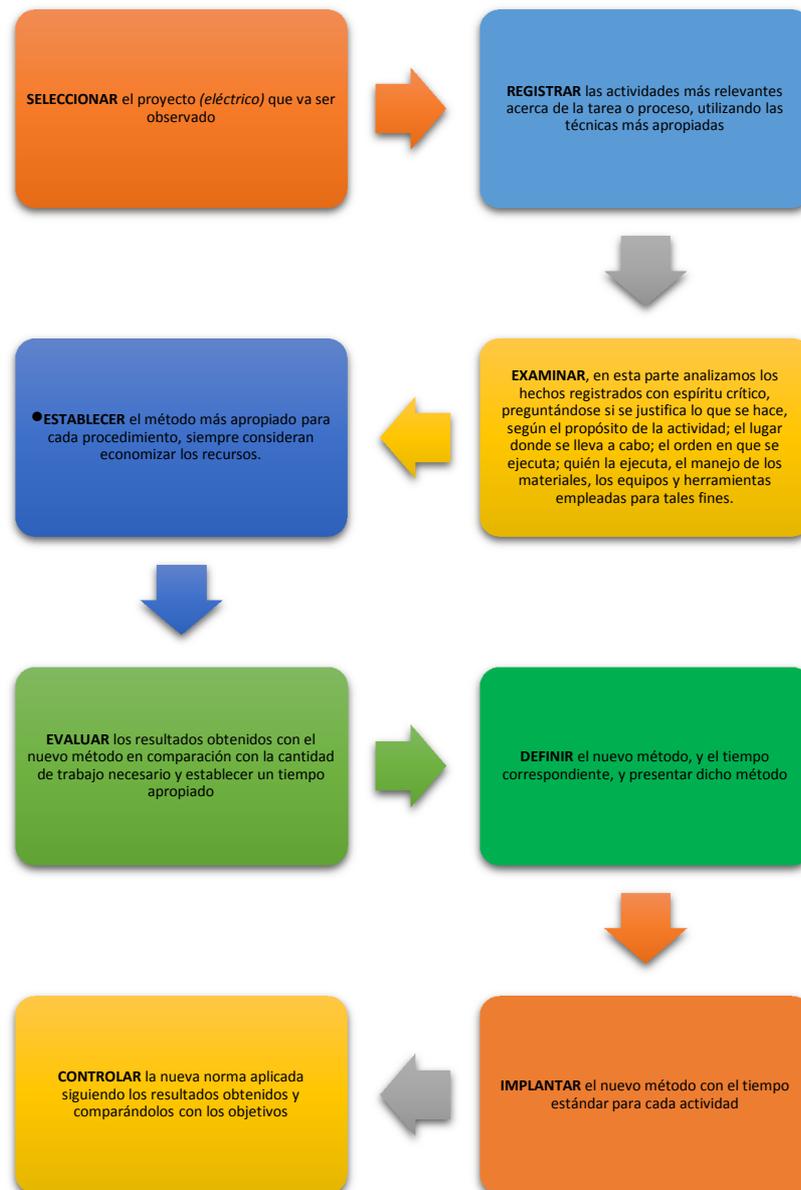
## **3.2 Estudio del trabajo**

El estudio del trabajo (Cruelles & Torres Barroso, 2013) es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para el desarrollo de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan. Se puede definir que el Estudio de Trabajo es un método sistemático para el incremento de la productividad.

En el estudio del trabajo se consideran el Estudio de Métodos y la Medición del trabajo

### 3.3 Procedimiento básico para el estudio del trabajo

Así como en el método científico hace falta recorrer ocho etapas fundamentales para asegurar el máximo provecho del algoritmo, en el Estudio del Trabajo también hace falta recorrer ocho pasos para realizar un Estudio del Trabajo completo (respetando su secuencia y tal como se observa en la siguiente figura 3.4 los pasos son:



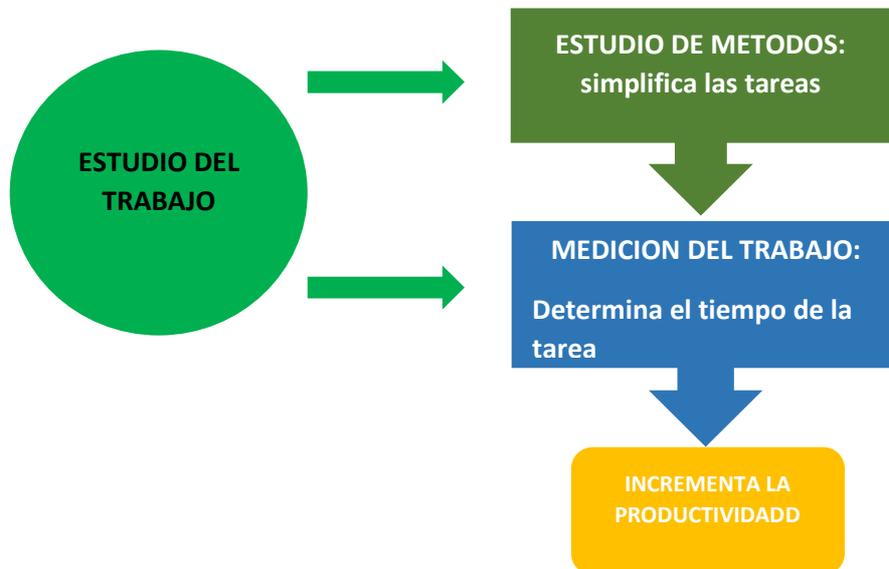
**Figura 3.4:** Procedimiento básico para estudio del trabajo

Fuente: Autor

### 3.4 Técnicas del estudio del trabajo

El Estudio del Trabajo utilizado como un método sistemático implica varias técnicas que se encargan de cumplir de objetivos específicos en pro del general que es la optimización de la productividad. Las técnicas más importantes utilizadas en el estudio del trabajo son el **Estudio de Métodos o Ingeniería de Métodos** y la **Medición del Trabajo**.

En la siguiente figura 3.5 se observa como las técnicas del Estudio del Trabajo se interrelacionan entre sí, para incrementar la productividad.



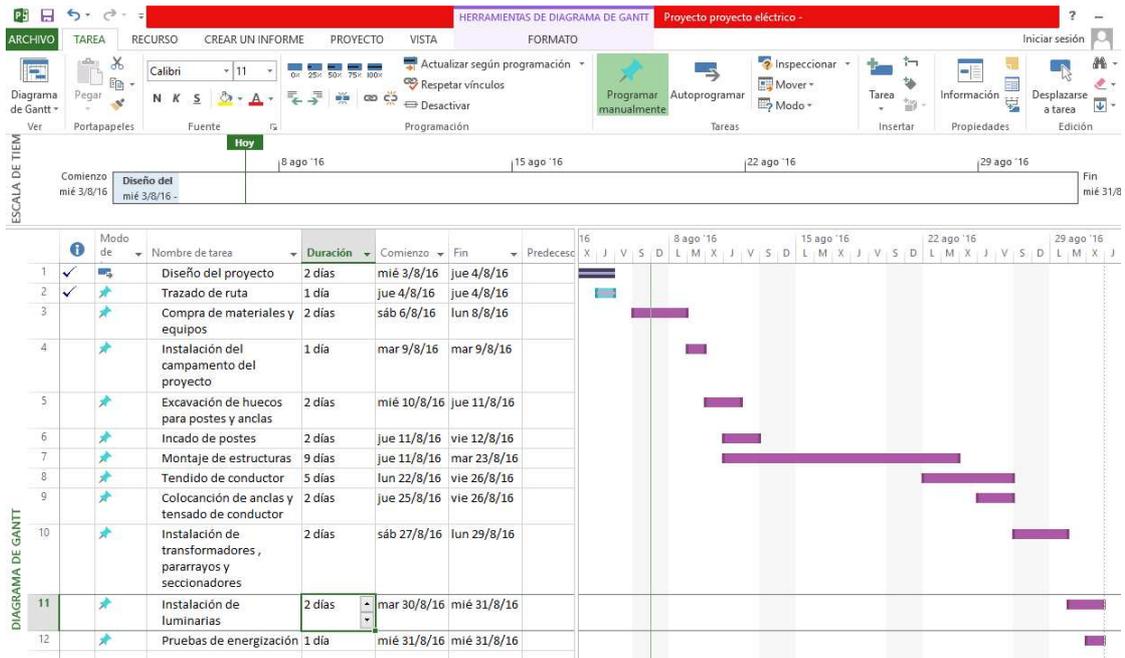
**Figura 3.5:** *Técnicas del estudio del trabajo*  
Fuente: Autor

En un estudio del trabajo se pueden emplear diferentes técnicas de métodos de trabajo, como, por ejemplo: las técnicas de exploración, registro y análisis.

#### **El diagrama de Gantt**

El diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y

control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto. El diagrama de Gantt es una útil herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo del tiempo del proyecto, podemos utilizar una hoja electrónica o MSProject como se aprecia en la siguiente gráfica 3.6:



**Figura 3.6:** Diagrama de Gantt proyecto eléctrico  
Fuente: Autor

### El diagrama de flujo del proceso.

El diagrama de flujo o diagrama de actividades es la representación gráfica del algoritmo o proceso. Es una técnica que permite representar gráficamente las operaciones que se van a realizar y ayuda entender el proceso completo o identificar los aspectos más relevantes de una manera rápida y simple.

De acuerdo a la ASME American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) un diagrama de flujo de procesos es la representación gráfica de los hechos e información pertenecientes al mismo, ocurrido durante una serie de operaciones o acciones.

En la siguiente tabla 3.1 se pueden observar algunos símbolos simples para procesos de trabajo según ASME:

**Tabla 3.1:** Simbología de procesos ASME

SÍMBOLO	REPRESENTACION	DESCRIPCION
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso
	INSPECCION	Verificación de calidad o cantidad
	TRANSPORTE	Indica movimiento de empleados, material o equipos de un lugar a otro
	DEMORA	Indica demora entre dos operaciones o retardo.
	ALMACENAJE	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén
	COMBINADA	Indica varias actividades simultaneas

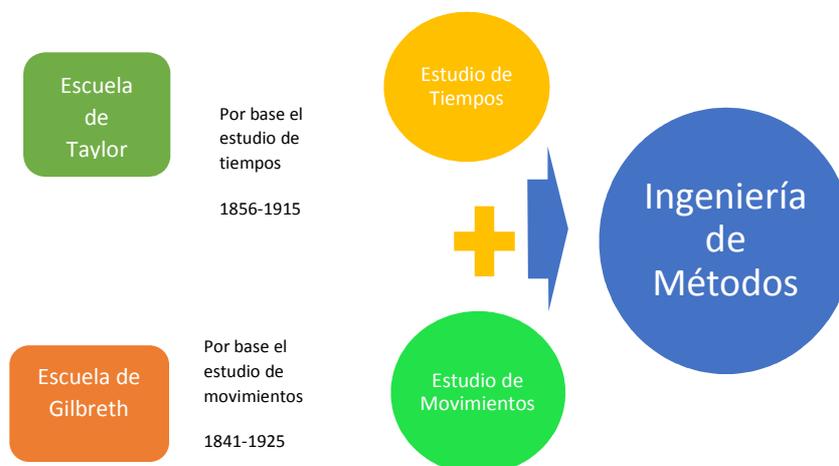
Fuente: Autor

### 3.5 Estudio o ingeniería de métodos

#### Antecedentes

El origen de la ingeniería de métodos, tiene su origen en la escuela de Taylor que tiene por base el Estudio de Tiempos, y por otro la escuela de Gilbreth que tiene por base el Estudio de Movimiento.

En la figura 3.7 podemos observar de manera sencilla el origen de la ingeniería de métodos.



**Figura 3.7:** Ingeniería de métodos

Fuente: Autor

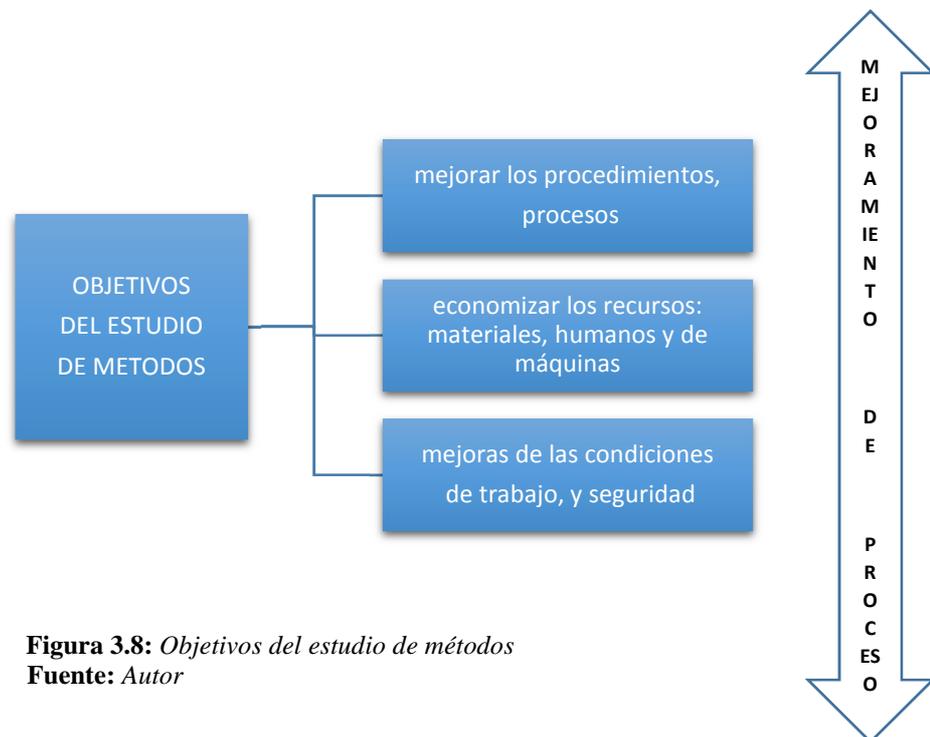
La ingeniería de métodos o estudio de métodos es una de las técnicas más importantes para el Estudio del Trabajo. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para incrementar la productividad de un sistema productivo.

El estudio de métodos abarca primero lo general es decir el proceso para luego ir a lo particular, es decir la operación.

El Estudio de Métodos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos.

### Objetivos del Estudio de Métodos

En la siguiente figura 3.8 se aprecian los objetivos del estudio de métodos:

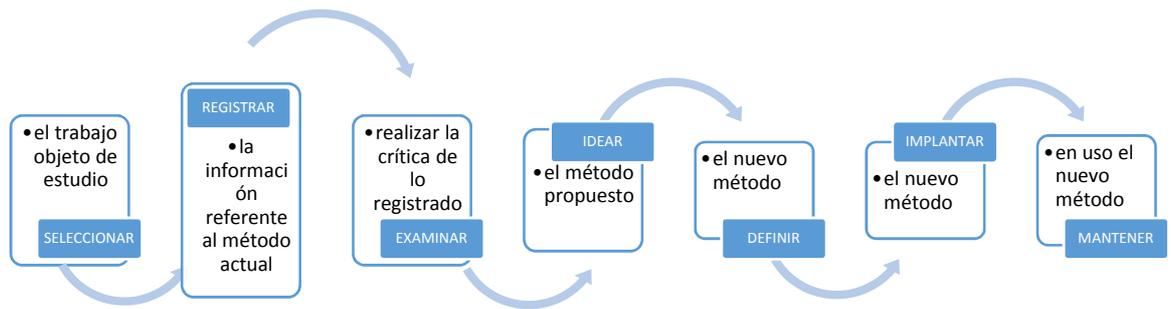


**Figura 3.8:** *Objetivos del estudio de métodos*  
**Fuente:** Autor

En este trabajo se describe en forma sintetizada el estudio de movimientos y de tiempos con aplicación a la construcción de redes de distribución

### 3.6 Procedimiento básico para el estudio de método

El Estudio de Métodos posee un algoritmo sistemático que asiste al desarrollo del procedimiento básico del Estudio de Trabajo, éste consta de siete etapas fundamentales, las cuales se las presenta en la siguiente gráfica 3.9:



**Figura 3.9:** Procedimiento básico para estudio de métodos  
Fuente: Autor

## 3.7 El estudio de movimientos

### ¿Qué es el estudio de movimientos?

Es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que ejecuta el cuerpo al realizar un trabajo (Meyers, 2000). Su objetivo es eliminar los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad i se aumenta el índice de producción.

Los esposos Gilbreth, fueron los primeros en estudiar los movimientos, que en su aceptación más amplia abarca el estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos. En este trabajo se realizará énfasis a la técnica del estudio de micromovimientos, debido a que la construcción de obras eléctricas tiene muchos movimientos y se debe realizar un análisis particular para las diferentes unidades constructivas.

### 3.7.1 Definición de micromovimientos.

Desde el punto de vista de trabajo y economía, se define como micromovimiento a los movimientos básicos para la realización del trabajo, en este concepto aplica a los movimientos fundamentales como por ejemplo tomar, mover, alcanzar.

### 3.7.2 El estudio de micromovimientos.

El estudio de micromovimientos tiene como Finalidad dividir la actividad humana en movimientos o grupos de movimientos básicos llamados therbligs.

El estudio de micromovimientos se ha venido desarrollando desde el siglo XVIII, y fue optimizado por personalidades como Taylor, sin embargo, el

matrimonio constituido por Frank Bunker Gilbreth y Lillian Moller Gilbreth quienes realizaron grandes aportes a este trabajo y desarrollaron lo que hoy se conoce como **estudio de los micromovimientos**, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales a los cuales llamaron **therbligs**.

Se ha observado que, en ciertas clases de operaciones, existen ciclos repetitivos, lo cual constituye una fuente importante de optimización de la operación, por lo tanto debemos analizar dónde es posible ahorrar movimientos, esfuerzos y ordenar la sucesión de los mismos.

Al analizar los movimientos **therbligs**, se observa que los primeros contribuyen directamente al avance del trabajo, el segundo grupo de therbligs no hacen avanzar al trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de operación, así en un proceso de optimización los therbligs pueden ser reducidos, pero no eliminados por completo.

En la siguiente tabla 3.2 se pueden observar los movimientos fundamentales **therbligs**, con su nombre, símbolo con la clasificación de los eficientes e ineficientes:

**Tabla 3.2:** Movimientos Therbligs

THERBLIGS EFICIENTES		THERBLIGS INEFICIENTES	
Movimiento	símbolo	movimiento	símbolo
ALCANZAR	AL	BUSCAR	B
TOMAR	T	SELECCIONAR	S.E
MOVER	M	INSPECCIONAR	I
SOLTAR	S.L	DEMORA EVITABLE	D.E.T
ENSAMBLAR	E	DEMORA INEVITABLE	D.I
DESMONTAR	D.E	COLOCAR EN POSICIÓN	P
USAR	U	DESCANSAR	D.E.S
PREPARAR POSICIÓN	P.P	SOSTENER	S.O
		PLANEAR	P.L

**Fuente:** *Autor*

### **3.7.3 Clasificación de los micromovimientos en obras eléctricas.**

Entre los principales micromovimientos en obras eléctricas tenemos los siguientes:

- Subir y bajar del poste
- Colocar y fijar abrazadera con espiga pin punta de poste
- Colocar y fijar abrazadera con espiga pin punta de poste doble
- Colocar y fijar perno de ojo
- Colocar y fijar de tuerca de ojo
- Armar y colocar cruceta simple 2.4m
- Colocar y fijar ángulo pie de amigo
- Armar y colocar bastidor 3
- Armar y fijar varilla de retención
- Armar luminaria
- Instalar caja para medidor
- Colocar y fijar pararrayo
- Instalar puesta a tierra
- Enterrar varilla a tierra
- Instalación de un seccionador.
- Excavación de hueco
- Compactar terreno
- Desbroce
- Colocar grapa pistola
- Colocar y fijar abrazadera simple
- Izada de poste
- Aplomada de poste
- Movilización

En el capítulo final se presenta una lista más completa de los micromovimientos que aplican a unidades de propiedad de distribución eléctrica.

### **3.8 Medición del trabajo.**

La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

#### **Propósito de la medición del trabajo**

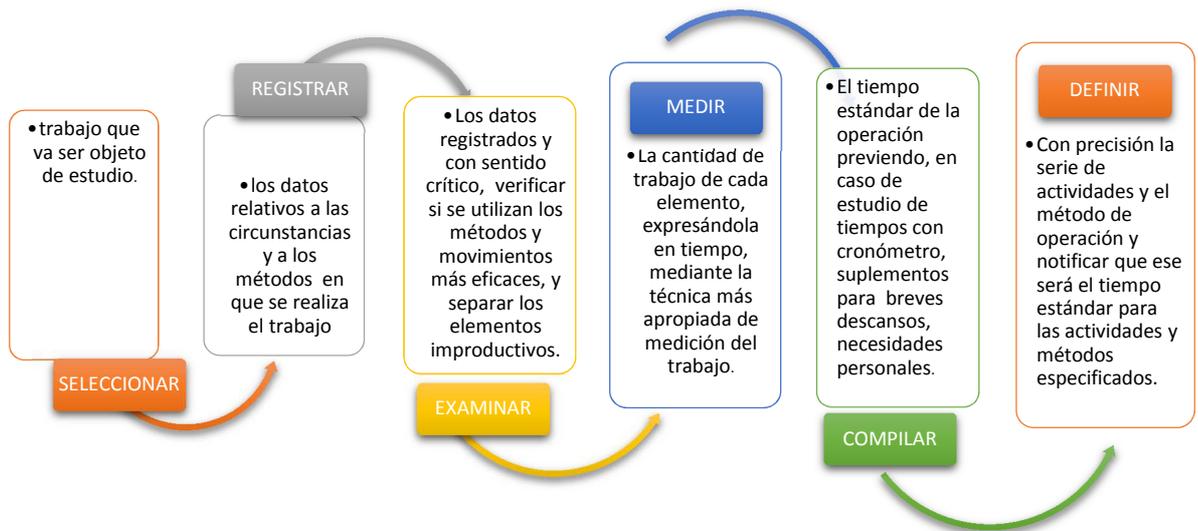
- La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado.
- Una función adicional de la Medición del Trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende es una herramienta complementaria en la misma Ingeniería de Métodos, sobre todo en las fases de definición e implantación. Además de ser una herramienta invaluable del costeo de las operaciones.

#### **Usos de la medición del trabajo**

- Para comparar la eficacia de los métodos utilizados
- Evaluar el proceso.
- Determinar el método óptimo.
- Fijar programas de producción y sistemas de incentivos
- Determinar el desempeño de la mano de obra
- Determinar el uso de herramientas
- Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.
- Determinar el tiempo estándar tipo por actividad

#### **3.8.1 Procedimiento básico para medición del trabajo**

Para determinar la medición del trabajo, podemos considerar los siguientes pasos, detallados en la siguiente gráfica 3.10:



**Figura 3.10:** Procedimiento básico para medición del trabajo.  
**Fuente:** Autor

### 3.8.2 Técnicas para la medición del trabajo

Es importante mencionar que la Medición del Trabajo no era equivalente al término Estudio de Tiempos, puesto que el Estudio de Tiempos es tan solo una de las técnicas contenidas en el conjunto "Medición".

A continuación, presentamos las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo:

- Muestreo del Trabajo
- Estimación de datos históricos estructurada
- Estudio de Tiempos para micromovimientos con cronómetro
- Normas de Tiempo predeterminadas.
- Formulación de tiempo datos estándar.

Las técnicas antes mencionadas sirven para poner en práctica el procedimiento descrito, como se aprecia en la siguiente gráfica 3.11:



**Figura 3.11:** *Técnicas para medición del trabajo*  
**Fuente:** *Autor*

En este trabajo de investigación, la medición de trabajo se realiza con la técnica de estudio de tiempos de los micromovimientos para la construcción de unidades de propiedad de distribución, utilizando cronómetro. Las técnicas utilizadas nos permiten encontrar los diferentes tiempos del trabajo hasta llegar a establecer un tiempo estándar.

### **3.9 Estudio de tiempo.**

El Estudio de Tiempos (Niebel&Freivalds, 2009) es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

#### **3.9.1 Herramientas para el estudio del tiempo.**

Para realizar un estudio de tiempos en campo es necesario considerar las siguientes herramientas convencionales:

- Cronómetro
- Tablero de lecturas

- Formulario para estudio de tiempos.
- Videgrabadora.

Los formularios para los tiempos pueden clasificarse en dos categorías:

- **Formularios para recopilar datos de las observaciones:** se realiza por medio de hojas de estudio de tiempos. El formulario modelo registro de tiempo lo encontramos en el anexo A.
- **Formularios para estudiar los datos de las observaciones:** hoja de trabajo, hoja resumen de estudio, hoja de suplementos, hoja de análisis para estudio.

### 3.9.2 Consideraciones generales para la toma del tiempo.

Para la medición del tiempo se debe considerar como básico lo siguiente:

- Las herramientas de medición como el cronómetro deben estar bien calibrado.
- La persona encargada de registrar el tiempo debe conocer plenamente el proceso, es decir los micromovimientos necesarios para la ejecución del trabajo, debe ser objetivo y su medición exacta.
- El operador que realiza el trabajo de montaje o instalación de unidades constructivas de distribución debe conocer plenamente el trabajo y tener buenas destrezas, buen estado físico y mental.
- El método de desarrollo del trabajo debe estar estandarizado.
- Definidas las condiciones del trabajo.
- Los materiales, herramientas y equipos deben estar estandarizados, calidad y pesos.
- El analista de tiempos debe tener pleno conocimiento de las etapas del proceso.
- El analista de tiempo debe verificar si el método empleado en el proceso es el más óptimo.

### 3.9.3 Metodología para el estudio del tiempo

Una metodología para el estudio de tiempos que se sugiere en este trabajo es la siguiente:

- ***Etapa de organización y selección***

- ** Selección del trabajo**

- Identificar el orden de las operaciones según el proceso para construcción de unidades de propiedad de distribución o actividades en el sistema de medición de electricidad.
    - Identificar los elementos de las operaciones

- ** Selección de los trabajadores**

- Los trabajadores deben ser representativos y calificados
    - Seleccionar trabajadores para la ejecución del trabajo de montaje e instalación de estructuras con habilidad y destrezas aceptadas con un mínimo al promedio medio, estado de salud físico y mental aceptable, deseo de cooperación y responsabilidad frente al trabajo, y que tenga experiencia.
    - El operador encargado de registrar el tiempo debe conocer plenamente el proceso, es decir los micromovimientos necesarios para la ejecución del trabajo, debe ser objetivo y su medición exacta. El operador de registro de tiempo debe situarse en un lugar que pueda observar todo lo que hace el operario, tampoco debe obstaculizar el desarrollo del trabajo.
    - El operador de análisis de tiempo debe conocer plenamente el método de trabajo y tener la experiencia de poder verificar el método de trabajo. El análisis a realizar debe ser objetivo.

- ** Selección del método de trabajo**

- El operador de registro de datos utilizará el método de medición a cronometro por actividad y micromovimiento.
    - El operador de análisis de datos utilizara el método de análisis y de sintetización.
    - El operador de unidades constructivas utilizará el método de trabajo sistemático definido por procesos, conforme el diagrama de flujos de trabajo y ruta de trabajo.

## **Etapa de ejecución**

- ❖ Obtener y registrar toda la información referente al operario del proceso de trabajo, de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo. Para ello deberá utilizar:
  - Información que permita identificar el estudio, el proceso y método empleado, al trabajador, el tiempo del estudio.
  
- ❖ Descomponer el método de trabajo en actividades (elementos)
  - Actividad: es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis
  - Ciclo: Ciclo de trabajo es la sucesión de actividades necesarias para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción
  - Tipos de actividades: repetitivos, casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, dominantes, extraños.
  - Delimitación de las actividades:
    - Las actividades deben ser identificados fácilmente de comienzo a fin y perfectamente definidos
    - Las actividades manuales deben separarse de los mecánicos
    - Separar las actividades fijas de los variables
    - Las actividades que no siempre aparecen en los ciclos, deben cronometrarse a parte.
  
- ❖ Calcular el tamaño de la muestra
  - El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos, este proceso tiene como fin determinar el valor representativo para cada actividad.
  - Se calculará el tamaño de la muestra utilizando el método estadístico:
  - Se realizan observaciones para el estudio preliminar.
  - Se establece un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de  $\pm 5\%$ , constante = 40.

- Se procede a calcular el tamaño de la muestra n con la siguiente fórmula:

$$n = \left( \left( \frac{n' \sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2}}{(\sum x)} \right)^2 \right)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra que deseamos calcular

n' = número de observaciones del estudio preliminar

x = valor de las observaciones

40 = constante para un nivel de confianza del 95.45%

- ❖ Verificar que se estén utilizando los mejores métodos
- ❖ Medir el tiempo con el instrumento apropiado
  - Utilizar cronometraje acumulativo para identificar el tiempo total de la unidad constructiva u operación
  - Utilizar cronometraje vuelta a cero para medición de micromovimiento y actividades.
  - Registrar las mediciones en los formularios de registro de tiempos.
- ❖ Calcular el tiempo promedio observado
  - Con la finalidad de obtener el tiempo promedio de la observación de una unidad constructiva, se suman los tiempos de las diferentes actividades detalladas en micromovimientos y se divide para el número de muestras, es decir; un valor promedio de las mediciones obtenidas.
- ❖ Determinar el ritmo o velocidad del trabajo
  - Método de Westinghouse: considerar 4 factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Los valores de desempeño se ilustran en las siguientes tablas 3.3 y 3.4:

**Tabla 3.3:** Sistema de valoración de Westinghouse

HABILIDAD		ESFUERZO		CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.15	A1	+0.13	A1	+0.06	A - Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.13	A2 - Habilísimo	+0.12	A2 - Excesivo	+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.11	B1	+0.10	B1	+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
+0.08	B2 - Excelente	+0.08	B2 - Excelente	0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
+0.06	C1	+0.05	C1	-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
+0.03	C2 - Bueno	+0.02	C2 - Bueno	-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio				
-0.05	E1	-0.04	E1				
-0.10	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular				
-0.15	F1	-0.12	F1				
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente				

se deben sumar todos los factores, para encontrar el valor del factor

Fuente: Autor

**Tabla 3.4:** Escala de valoración Británica

ESCALA	DESCRIPCION	VELOCIDAD (KM/h)
0	actividad nula	0
50	muy lento, movimientos torpes, inseguros, parece dormido, sin interes en el trabajo	3,2
75	constante, resuelto, sin prisa, parece lento pero no pierde tiempo	4,8
100 (ritmo tipo)	activo, capaz, operario calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	6,4
125	muy rápido, actúa con gran seguridad, destreza y coordinación, muy por encima de obrera calificado.	8
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por varios periodos	9,6

Fuente: Autor

- El desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de rendimiento, por ello a esta valoración se deben de adicionar los valores de la tabla según la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia percibidos por el especialista. De esta

manera se determinará si un operario ejecutó la operación a un 125%, 120%, 95%, 88% etc. y se procederá a suavizar por correlación con un rendimiento del 100%.

❖ Determinar el tiempo normal o tiempo básico

- Lo realizamos con base al tiempo observado multiplicado por la razón de la valoración determinada a la estándar, para ello podemos utilizar las siguientes fórmulas:

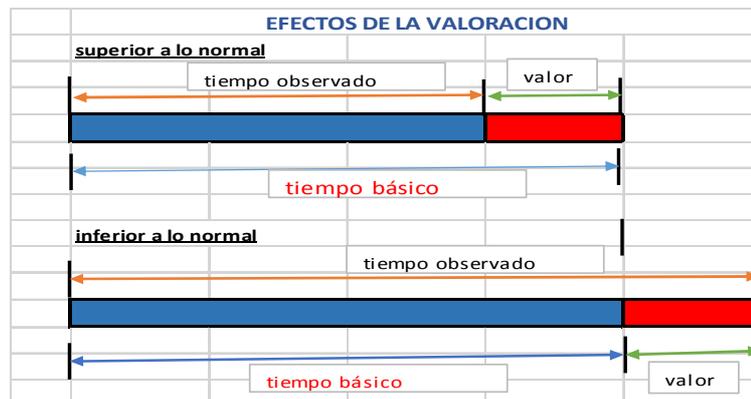
- Si usamos la valoración de Westinghouse

Tiempo norma o básico = tiempo observado x factor de valoración

- Si usamos la escala de valoración Británica

$$\text{tiempo básico} = \text{tiempo observado} \cdot \frac{\text{valoración determinada}}{\text{valoración estándar}}$$

En la siguiente figura 3.12 se observa los efectos de la valoración cuando el ritmo de trabajo es superior o inferior al estándar.



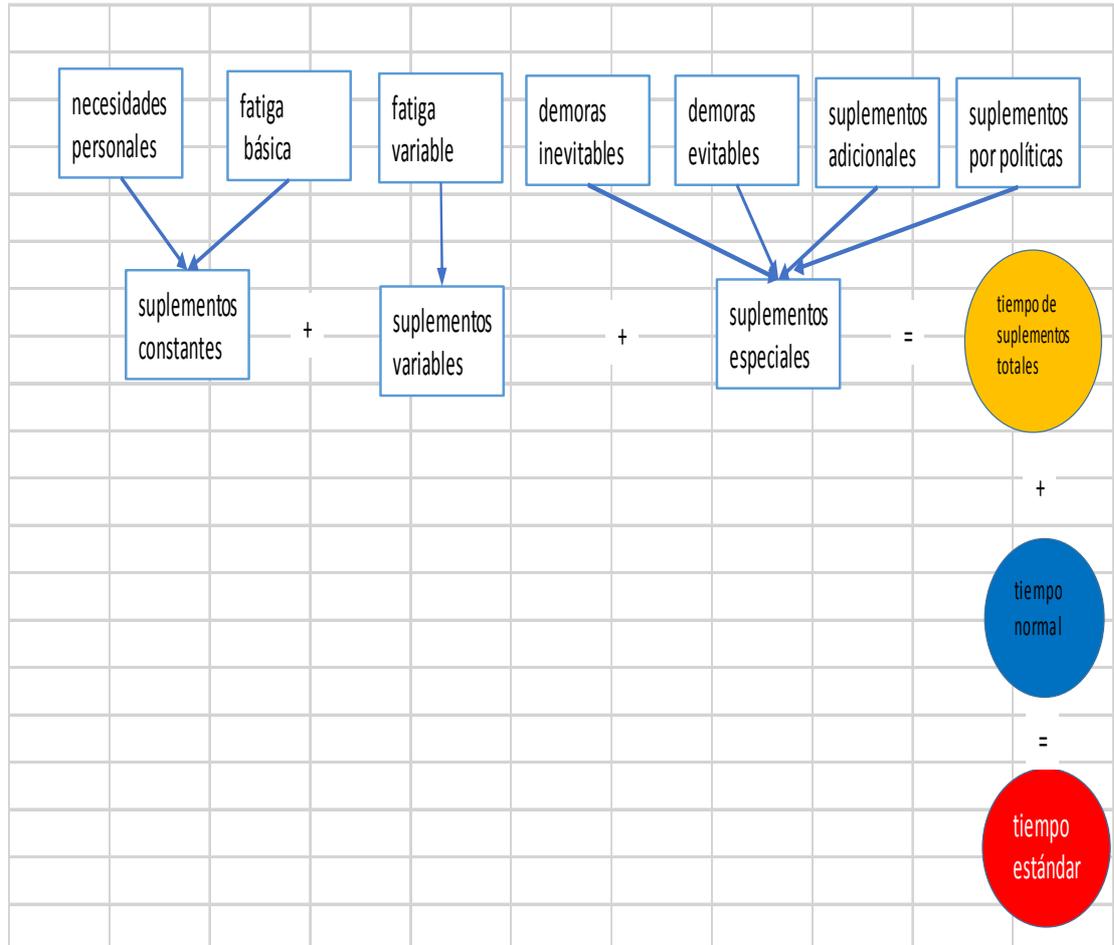
**Figura 3.12:** Efectos de la valoración  
Fuente: Autor

❖ Determinar las tolerancias o suplementos

Al igual que la valoración del ritmo de trabajo o desempeño del trabajador, los suplementos en un tiempo que debe considerarse en el análisis de tiempos. Los suplementos se clasifican en:

- Constantes: necesidades personales
- Variables: fatiga del trabajo
- Especiales

En la siguiente gráfica 3.13 se puede observar diferentes tipos de suplementos:



**Figura 3.13:** *Suplementos laborables*

**Fuente:** *Autor*

En la siguiente tabla 3.5 se observan los porcentajes de concesiones aceptadas por la Organización Internacional del Trabajo:

**Tabla 3.5:** Concesiones OIT para suplementos

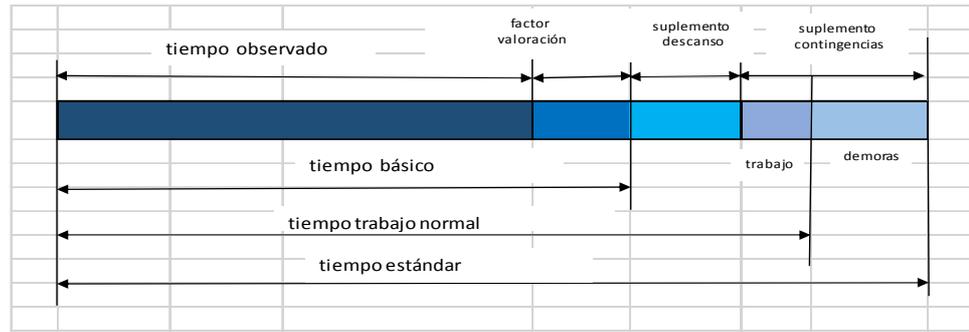
SUPLEMENTOS CONSTANTES	%	SUPLEMENTOS VARIABLES	%
necesidades personales	5%	g) ruido	
básicos por fátiga	4%	intermitente y fuerte	2%
		intermitente y muy fuerte	5%
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>		<b>h) tensión mental</b>	
a) por trabajar de pies	2%	proceso algo complejo	1%
b) por postura incómoda	2%	proceso complejo	4%
c) uso de fuerza muscular, levantar, tirar empujar		<b>i) monotonía mental</b>	
levantamiento de peso 5kg	1%	trabajo bastante monótono	1%
levantamiento de peso 10kg	3%	<b>j) monotonía mental</b>	
levantamiento de peso 15kg	6%	trabajo aburrido	2%
levantamiento de peso 20kg	10%	trabajo muy aburrido	5%
levantamiento de peso 25kg	14%	<b>k) condiciones atmosféricas</b> (milicaloria/cm2/segundos)	
levantamiento de peso 30kg	19%	12	0%
levantamiento de peso 50kg	58%	10	3%
<b>d) Iluminación</b>		8	10%
bastante por debajo de lo recomendado	2%	6	21%
Insuficiente	5%	4	45%
<b>e) calidad del aire</b>			
mala ventilación pero sin emanaciones tóxicas	5%		
<b>f) tensión visual</b>			
trabajos de precisión o fatigosos	2%		
trabajos de gran presión	5%		

**Fuente:** Autor

- En relación al porcentaje de tiempo de suplementos constantes este se establece en 9%, el porcentaje de tiempo de suplementos variables 4% y por uso de fuerza estará conforme a los kilogramos alzados este rango de suplementos va desde 1 a 58%. En este trabajo se considera por suplementos un porcentaje medio de 16%.

❖ **Determinar el tiempo estándar**

- **Definición.** - el tiempo estándar el tiempo necesario para realizar un trabajo, este tiempo incluye el tiempo observado más el factor de valoración de desempeño de trabajo, y tiempo de suplementos. Podemos observar este tiempo en la siguiente figura 3.14:



**Figura 3. 14:** *Secuencia de obtención de tiempo estándar*  
**Fuente:** *Autor.*

- Al obtener el tiempo estándar para una actividad es necesario considerar las muestras con trabajadores representativos.
- Obtener el promedio de las lecturas observadas, con medición:

$$t_o = \frac{\sum x_i}{n}$$

$t_o$  = tiempo observada promedio

$X_i$  = tiempo observado de una lectura

$n$  = número de observaciones

- Determinar el tiempo normal o básico, aplicando el factor de valoración del ritmo de trabajo %.

$$t_n = t_o (f_v \%)$$

- Determinar el tiempo estándar esto es al tiempo normal valorizado se le agregan el tiempo total de suplementos.

- $t_s = t_n (1 + t_{suplementos})$

### 3.10 Metodología para aplicación del costo directo

Con la finalidad de determinar el costo directo de las unidades de propiedad o actividades comerciales, se utilizará el método sistemático para obtener el costo que genera la mano de obra, los materiales, herramientas, equipos y el transporte.

Para el caso de la mano de obra primero se determina el personal a emplear por grupo de trabajo y se establecen los salarios. En todos los casos para obtener los

costos se utilizan el tiempo estándar utilización de los recursos, para el caso de unidades constructivas aplica además el costo de los materiales.

### 3.10.1 Determinación de personal y salarios a emplear

El recurso humano utilizado en este estudio es el que encuentra catalogo en las tablas sectoriales del Ministerio del trabajo 2016. [<http://www.trabajo.gob.ec/>]

Para el caso de los electricistas, lineros, capataz. Ingeniero eléctrico deben tener la licencia de riesgos eléctricos vigentes para la realización de los trabajos

El personal que interviene en la construcción de redes eléctricas de media y baja tensión a 13.8kv, así como personal para actividades comerciales relacionadas al suministro de electricidad se presenta a continuación en la tabla 3.6:

**Tabla 3.6:** Personal y salario

Personal	Salario de mercado	Décimo tercero	Décimo cuarto	Aporte patronal	Fondo de reserva	Total anual	Sueldo unificado
Ingeniero Eléctrico	981,13	426,58	366,00	1430,49	981,13	14977,82	1248,15
Residente de obra	981,13	426,58	366,00	1430,49	981,13	14977,82	1248,15
Supervisor eléctrico	978,60	425,48	366,00	1426,80	978,60	14940,14	1245,01
Supervisor	850,96	425,48	366,00	1240,70	850,96	13094,66	1091,22
Maestro eléctrico liniero	764,55	424,75	366,00	1114,71	764,55	11844,61	987,05
Liniero	647,65	380,97	366,00	944,27	647,65	10110,68	842,56
Electricista	571,46	380,97	366,00	833,18	571,46	9009,07	750,76
Ayudante de electricista	488,89	376,07	366,00	712,80	488,89	7810,46	650,87
Topógrafo	594,65	424,75	366,00	867,00	594,65	9388,20	782,35
Dibujante	403,15	403,15	366,00	587,79	403,15	6597,89	549,82
Chofer transporte personal	557,50	557,50	366,00	812,84	557,50	8983,84	748,65
Chofer	563,41	563,41	366,00	821,45	563,41	9075,19	756,27
Operador grúa	594,65	424,75	366,00	867,00	594,65	9388,20	782,35
Peón	376,07	376,07	366,00	548,31	376,07	6179,29	514,94
Cadenero	380,97	380,97	366,00	555,45	380,97	6255,03	521,25
Digitador	373,75	373,75	366,00	544,93	373,75	6143,43	511,95
Secretaria	448,50	373,75	366,00	653,91	448,50	7224,16	602,01
Oficinista	448,50	373,75	366,00	653,91	448,50	7224,16	602,01
Lector	445,61	371,34	366,00	649,70	445,61	7179,94	598,33
Mensajero	444,70	370,58	366,00	648,37	444,70	7165,99	597,17

**Fuente:** Autor

Con la finalidad de establecer un costo horario más real se considera:

- Los días efectivos trabajados.
- Las cargas sociales.
- Para el caso de proyectos en campo, se considera la alimentación.

### **El Factor de Carga Social (FCS)**

El factor de carga social es la relación que resulta al dividir el salario real anual que contiene todas las prestaciones sociales y de ley para el salario anual mínimo (unificado).

$$FCS = \frac{SRA}{SMA}$$

**SRA:** salario real anual  
**SMA:** salario mínimo anual

### **Días de trabajo efectivos**

- Total, días año (TDA): 365
- Vacaciones: 11
- Total, sábados y domingo: 104
- Feriados obligatorios: 8
- Permisos imprevistos remunerados: 11
- Días de trabajo efectivo (TDE): 231

### **El Factor de Salario Real (FSR)**

El factor de salario real nos sirve para determinar cuánto es el gasto real que tendrá la empresa por concepto de salario de un trabajador.

El FSR es el factor que resulta de multiplicar el FCS por la razón de total días año para el total de días efectivos de trabajo.

$$FSR = FCS \cdot \frac{TDA}{TDE}$$

**TDA:** total días al año: 365  
**TDE:** total días efectivos de trabajo: 231

### **El Salario Real Horario (SRH)**

Es el costo real horario salario real horario que se debe pagar al trabajador es el resultado de multiplicar el FSR por el salario nominal.

### 3.10.2 Determinación de grupos de trabajo.

En base a las actividades que se van a realizar se determinan los grupos de trabajos, el personal que lo conforma y la cantidad de personal en la tabla 3.7:

**Tabla 3.7:** Grupos para construcción y diseño de redes media y baja tensión

No.	GRUPO	PERSONAL	Cantidad
1	Construcciones	Ingeniero Eléctrico	0,4
		Maestro eléctrico liniero	1
		Liniero	6
		Ayudante Electricista	3
2	Hincada de Postes con grúa	Operador grúa	1
		Liniero	1
		Ayudante Electricista	2
3	Hincada de Postes a mano	Liniero	2
		Ayudante Electricista	8
4	Excavación	Ayudante Electricista	2
5	Medidores y acometidas	Electricista	2
6	Desbroce de vegetación	Jornalero	3
7	Pruebas Energización	Ingeniero Eléctrico	0,3
		Liniero	2
		Ayudante Electricista	1
8	Estudios y Diseños	Ingeniero Eléctrico	2
		Topografo	1
		Dibujante	1

Fuente: Autor

### 3.10.3 Consideraciones al costo de la obra

Una vez determinado el personal, grupos de trabajo y el salario real es necesario considerar el costo horario de los grupos de trabajo, la parte que interviene y el rendimiento.

El recurso humano al empezar la jornada de trabajo dedicará un tiempo a recibir las instrucciones del ingeniero eléctrico, la organización del trabajo, otro tiempo también lo dedicará al retiro de los materiales de la bodega hasta el sitio de trabajo, quedando un tiempo restante para la jornada de trabajo de producción efectiva.

#### *Parte que interviene:*

Se refiere al personal que está directamente involucrado en el montaje o instalación de la unidad constructiva, es decir no siempre se utiliza el total de

personas de grupo para la construcción, esto se lo puede expresar mediante la siguiente expresión:

$$\text{parte que interviene} = \frac{\text{personal efectivo trabajando}}{\text{total grupo de trabajo}}$$

PI: parte que interviene

PET: personal efectivo que trabaja

TGT: total grupo de trabajo

### ***Rendimiento:***

Son las unidades realizadas en una hora por el personal que realiza efectivamente el trabajo.

Para el caso del presente trabajo y con la finalidad de afectar los rendimientos efectivos asociados a tiempo denominado dilación, se afecta el rendimiento normal, por el factor de jornada como se puede apreciar en la siguiente expresión:

$$\text{rendimiento} = \frac{60\text{min}}{\text{tiempo constructivo min}} \cdot \frac{\text{jornada efectiva de producción min}}{\text{jornada de trabajo min}}$$

Jornada de trabaja de 8 horas= 480minutos

Jornada efectiva de producción de 7 horas= 420 minutos

El costo de mano de obra se valora en base al salario real horario (SRH).

### **3.10.4 Consideraciones del costo de materiales y equipo**

Para determinar el precio de los materiales y equipos eléctricos que forman las unidades de propiedad, se analizan los diferentes precios que establecen los proveedores a volúmenes de compras, luego se determina por estadística el valor que se ubica en el percentil número 75, a este valor se le adicionan el costo de administración de materiales un 7%.

La calidad de los materiales y equipos eléctricos es uniforme y se establece en base a cumplimiento de técnicas aceptadas por el Ministerio de Electricidad y Energía renovables por medio del Manual de Unidades de Propiedad.

Los materiales y equipos son codificados conforme al código MEER.

### **3.10.5 Consideraciones del costo de herramientas**

Las herramientas y equipos para la construcción de obras eléctricas en media y baja tensión son muy diversas, en este sentido al establecer un costo para las herramientas se considera el costo de propiedad, la vida útil, los gastos de mantenimiento y de operación de ser el caso con lo cual se obtiene un costo horario, en este trabajo el costo horario se lo reemplaza por un porcentaje de la mano de obra.

Para herramientas como playo de electricistas, cuchillo curvo, llaves boca corona convencional y de trinquete, aparejos, tecles, pértigas, escaleras, martillos, destornilladores, desenrolladoras de cables, cizalla, mordazas, cinturón de electricista, faja de electricista, arnés, bolso de electricista, cascos y gafas de electricista, guantes de cuero y tela, guantes sobreguantes dieléctricos, uniformes de trabajo.

El costo de herramientas se considera el 5% de la mano de obra directa.

### **3.10.6 Consideraciones del transporte**

Para obtener el costo del transporte, es necesario considerar los siguientes costos:

- El costo de propiedad horario
  - 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, seguros, garaje
  
- Costo de operación horario
  - Combustibles
  - Lubricantes
  - Llantas
  
- Costo de mantenimiento
  - Gasto de revisión mecánica: mano de obra
  - Repuestos

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

***El transporte de postes:***

Es un caso particular que se paga por unidad transportada, involucra el costo por uso de la grúa, la mano de obra del operador del equipo y los ayudantes de la carga y descarga.

***El transporte de la mano de obra:***

Representa el costo para movilizar al personal al sitio de trabajo, una manera de obtener este costo, es por medio de una relación porcentual del costo total de la mano de obra. Para nuestro caso se utiliza el factor distancia.

***El transporte de los materiales:***

Representa el costo para movilizar el material al sitio de trabajo, una manera de obtener este costo, es por medio de una relación porcentual del costo total del material. Para nuestro caso se utiliza el factor distancia.

### **3.11 Consideraciones al costo directo**

Para costos indirectos en este estudio se utiliza el 30% del costo directo, los costos indirectos más relacionados con la construcción de obras eléctricas son:

- ***Gastos administrativos:***

Este gasto tiene una naturaleza fija como por ejemplo sueldo de empleados administrativo, arriendo de oficina, servicios básicos como electricidad, teléfono, internet, gasto de personal administrativo, utilices de oficina, incluso personal técnico contratado para supervisión, arriendo de oficina, servicios básicos. Para este caso el porcentaje recomendado es 10% con relación al costo directo.

- ***Gastos de operación en obra:***

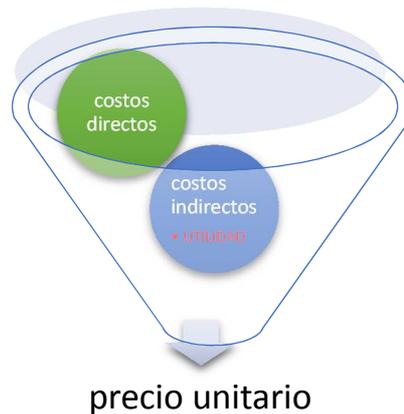
Gastos de supervisión técnica, comunicación operativa, uso de equipos especiales 4%

- ***Gastos de financiamiento.*** -2% del costo directo

- **Gastos por seguros.** -1% del costo directo
- **Imprevistos.** -3%
- **Utilidad.** - 10%

### 3.12 Determinación de precio unitario con integración de costo

La obtención del precio unitario de las unidades de propiedad responde a la integración de los costos directos, los indirectos y la utilidad, como se aprecia en la siguiente figura 3.15:



**Figura 3.15:** Costos asociados en el precio unitario  
**Fuente:** Autor

La determinación del precio unitario se lo realiza en base al criterio de:

- Tiempo estándar empleado en la unidad de propiedad o dotación del servicio.
- Salarios reales horarios
- Costo de las herramientas y equipos.
- Costo horario de vehículos
- Costo unitario de los materiales que forma la unidad de propiedad.
- Costo del transporte.
- Costo indirecto, esto es 30% sobre el costo directo, los costos indirectos considerados son el gasto de administrativos, gastos de operación y mantenimiento, financiamiento y seguros, imprevistos y utilidad.

## **CAPÍTULO 4:**

### **Unidad de propiedades en el sistema de distribución.**

Las unidades de propiedad y unidades constructivas utilizadas en este estudio son la aceptada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovables y que constan en el catálogo de distribución, bajo las directrices de los criterios de homologación, identificación nemotécnica y normas aceptadas.

#### **4.1 Definiciones básicas**

##### **Unidades de Propiedad (UP)**

Es un conjunto de bienes diferentes entre sí, y asociados, para cumplir una función específica en los sistemas de distribución de energía eléctrica que abarcan a las diferentes unidades de construcción.

##### **Unidad de construcción (UC)**

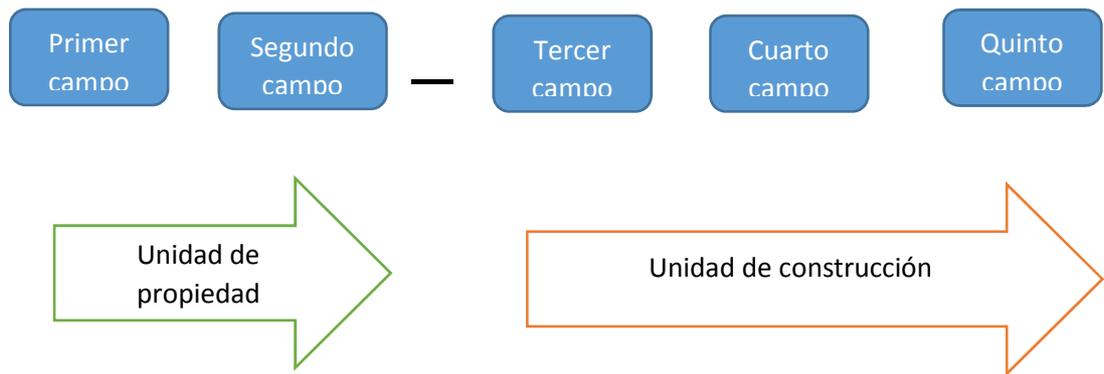
Es el conjunto de materiales dispuestos de una forma preestablecida que componen una unidad de montaje que facilitan, el diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas de distribución, de manera sencilla, ordenada y uniforme. La unidad de construcción, es arreglo compuesto de una determinada cantidad de materiales y que pueden o no contener equipos.

#### **4.2 Lineamientos generales para identificar Up y Uc.**

En esta sección se describe la estructura de códigos para identificar las unidades de propiedad y de construcción.

##### **4.2.1 Estructura del identificador de las Up Y Uc.**

El identificador está definido por 5 campos, los dos primeros corresponden a la unidad de propiedad, separados de un guion, los tres siguientes campos definen a la unidad de construcción, los cuales serán alfabéticos y/o numéricos. Este arreglo lo podemos observar en la siguiente figura 4.1:



**Figura 4.1:** Estructura de código UP y UC  
**Fuente:** Autor

## Unidades de propiedad

### El Primer campo:

Corresponde al GRUPO y está conformado por dos caracteres alfabéticos, se selecciona la primera o segunda letra que corresponde a la palabra o palabras claves como se muestra en la siguiente tabla 4.1:

**Tabla 4. 1:** Códigos del primer campo de UP

CODIGO	
PRIMER CAMPO	DESCRIPCION DEL GRUPO
ES	Estructura en redes aéreas de distribución
TR	Transformadores en redes de distribución
SP	Seccionamiento y Protección en redes aéreas de distribución
EC	Equipos de Compensación en redes aéreas de distribución
PO	Postes en redes de distribución
CO	Conductores en redes de distribución
ME	Medidores en redes de distribución
AC	Acometidas en redes de distribución
TA	Tensores y Anclajes en redes de distribución
PT	Puesta a Tierra en redes de distribución
AP	Alumbrado Público vías en redes de distribución
AO	Alumbrado Público Ornamental

**Fuente:** Autor

### ***El Segundo campo:***

Corresponde al NIVEL DE VOLTAJE, está conformado por una letra, indica los voltajes utilizados en el país, como se muestra en la siguiente tabla 4.2.

**Tabla 4.2:** *Códigos del segundo campo de UP*

<b>CODIGO SEGUNDO CAMPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
C	120V-127V (Cien)
E	0v (cero)
D	240/120V - 220/127V (doscientos)
U	440/256V - 480/127V (cuatrocientos)
S	6,3kV (seis mil)
T	13,8kV GRD y/7,96 kV - 13,2kV GRD y/ 7,62kV (trece mil)
V	22kV GRD y/12,7 kV - 22,8kV GRD y/ 13,2kV (veinte mil)
R	34,5kV GRD y/19,92kV treinta mil)
O	no aplica

**Fuente:** *Autor*

### **Unidades de construcción**

#### ***El Tercer campo:***

Está conformado por un carácter numérico, denominado NUMERO DE FASES, VIAS, o FASES e HILOS, cuya definición depende de la unidad de propiedad. Si el elemento no aplica a las características establecidas, se usará el carácter "0".

#### ***El Cuarto campo:***

Está conformado por una letra en mayúsculas, denominado DISPOSICION o TIPO.

***El Quinto campo:***

Está conformado de hasta 10 caracteres alfabéticos (mayúsculas), numéricos y/o signos, denominado FUNCION o ESPECIFICACION, e indica las principales características técnicas del elemento y/o su función. Si el elemento no aplica a las características establecidas, se usará el carácter "0" para completar el código.

#### **4.2.2 Identificación del grupo de estructuras en redes aéreas de distribución (ES)**

**PRIMER CAMPO:** ES

**SEGUNDO CAMPO:** Nivel de voltaje de operación del sistema de distribución

**TERCER CAMPO:** Número de fases o vías

Consta de un solo carácter y será numérico, el cual representará para redes de distribución de medio voltaje, el número de fases, para bajo voltaje, el número de vías; considere las siguientes equivalencias:

Para redes de Medio Voltaje:

- 1 = Una fase;
- 2 = Dos fases;
- 3 = Tres fases

Para redes de Bajo Voltaje:

- 1 = Una vía;
- 2 = Dos vías;
- 3 = Tres vías;
- 4 = Cuatro vías;
- 5 = Cinco vías.

**CUARTO CAMPO:** Disposición.

Se considera la primera letra de la palabra clave, de repetirse ésta, se utilizará la siguiente letra; las equivalencias son las siguientes:

- C = Centrada.
- S = Semicentrada.
- V = En Volado.
- L = Line post.
- H = H en dos postes.
- T = Tres postes.
- N = Neutro alineado en cruceta centrada.
- B = Bandera.
- P = Preensamblado.
- E = Vertical.
- O = Vertical en volado

#### **QUINTO CAMPO:** Función

Está formado hasta por caracteres alfabéticos en mayúsculas, numéricos y/o signos, los cuales indican las principales características de su función; a continuación, las equivalencias:

#### **Para redes de Medio Voltaje:**

- P = Pasante o tangente.
- A = Angular.
- R = Retención o terminal.
- D = Doble retención o doble terminal.

#### **Para redes de Bajo Voltaje:**

- P = Pasante, tangente o angular.
- R = Retención o terminal.
- D = Doble retención o doble terminal.

En redes de bajo voltaje con cable preensamblado se adiciona un carácter numérico que define el número de conductores, dependiendo del sistema (monofásico o trifásico) y el uso de hilo piloto:

- 3 = Con 3 conductores.
- 4 = Con 4 conductores.
- 5 = Con 5 conductores.

Ejemplos:

- Estructura para redes aéreas de distribución a 13,8 kV GRD y/7,96 kV, tres fases, centrada, pasante o tangente: EST-3CP.
- Estructura para redes aéreas de distribución a 220/127 V, tres vías, vertical, pasante o tangente: ESD- 3EP.
- Estructura para redes aéreas de distribución a 240/120 V, una vía, preensamblada, retención o terminal con 3 conductores: ESD-1PR3.

### **4.2.3 Identificación de las unidades de propiedad**

En esta parte se presenta la identificación de algunas unidades de propiedad UP en baja tensión y media tensión hasta 13,8KV del tipo aéreas, de acuerdo a la codificación del catálogo de distribución del MEER.

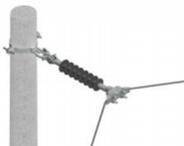
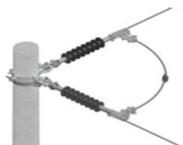
En las siguientes tablas podemos observar algunas de las principales unidades de propiedad conforme a la codificación del MEER.

#### **Estructuras en redes aéreas de distribución monofásicas media tensión (ES)**

En la tabla 3.3 se presentan algunas estructuras monofásicas en media tensión a 13,8/ GRDy/ 7,96KV - 13,2KV GRDy / 7,62K, para uso en forma pasante, angular, retención simple o doble.

Los materiales como herrajes, aisladores de porcelana y poliméricos, que se utilizan en las unidades constructivas están conformes a las normas aceptadas por el MEER.

**Tabla 4.3:** Estructuras 1F de distribución 13,8KV GRD y/ 7,96KV - 13,2KV GRD y/ 7,62KV

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
EST0001	EST-1CP	Est. 13 kV 1F Centrada Pasante	
EST0002	EST-1CA	Est. 13 kV 1F Centrada Angular	
EST0003	EST-1CR	Est. 13 kV 1F Centrada Retención	
EST0004	EST-1CD	Est. 13 kV 1F Centrada Doble retención	
EST0005	EST-1VP	Est. 13 kV 1F En volado Pasante	
EST0006	EST-1VA	Est. 13 kV 1F En volado Angular	
EST0007	EST-1VR	Est. 13 kV 1F En volado Retención	
EST0008	EST-1VD	Est. 13 kV 1F En volado Doble retención	
EST0009	EST-1BA	Est. 13 kV 1F Bandera Angular	
EST0010	EST-1BD	Est. 13 kV 1F Bandera Doble retención	

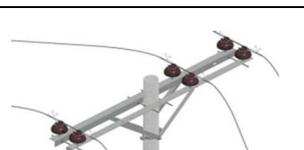
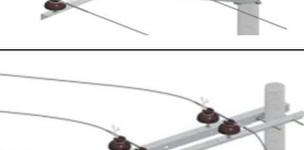
Fuente: Autor

### **Estructuras en redes aéreas de distribución trifásicas media tensión**

En la tabla 4.3 se presentan algunas estructuras trifásicas en media tensión a 13.8/ GRD y/ 7,96KV - 13,2KV GRD y / 7,62K, para uso en pasante o tangente, angular, centradas, semicentradas, voladas, retención simple o doble

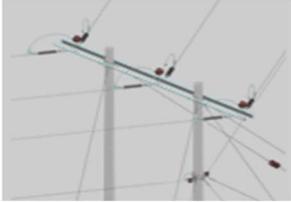
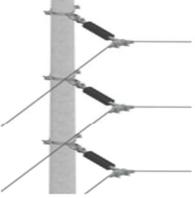
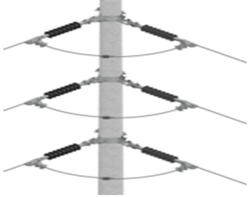
Los materiales que se utilizan como pernos, crucetas, ángulos y pies de amigo, abrazaderas son galvanizadas, en las unidades constructivas están conforme a las normas aceptadas por el MEER

**Tabla 4.4:** Estructuras 3F de distribución 13,8KV GRD y/ 7,96KV - 13,2KV GRD y / 7,62K

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
EST0019	EST-3CP	Est. 13 kV 3F Centrada Pasante	
EST0020	EST-3CA	Est. 13 kV 3F Centrada Angular	
EST0021	EST-3CR	Est. 13 kV 3F Centrada Retención	
EST0022	EST-3CD	Est. 13 kV 3F Centrada Doble retención	
EST0023	EST-3SP	Est. 13 kV 3F Semicentrada Pasante	
EST0024	EST-3SA	Est. 13 kV 3F Semicentrada Angular	
EST0025	EST-3SR	Est. 13 kV 3F Semicentrada Retención	
EST0026	EST-3SD	Est. 13 kV 3F Semicentrada Doble retención	
EST0027	EST-3VP	Est. 13 kV 3F En volado Pasante	
EST0028	EST-3VA	Est. 13 kV 3F En volado Angular	

Fuente: Autor

**Tabla 4.5:** Estructuras 3F de distribución 13,8KV GRD y/ 7,96KV - 13,2KV GRD y / 7,62K

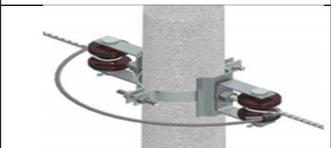
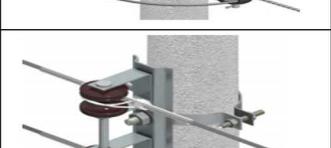
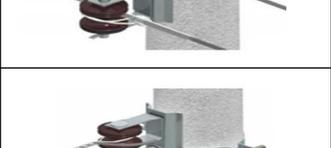
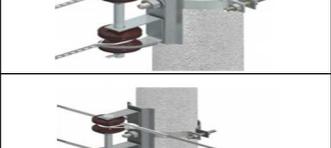
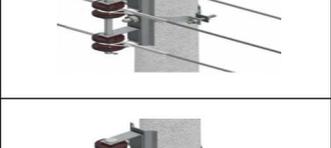
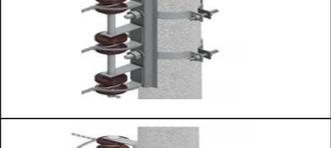
CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
EST0029	EST-3VR		
EST0030	EST-3VD	Est. 13 kV 3F En volado Doble retención	
EST0032	EST-3HR	Est. 13 kV 3F Dos Postes Retención	
EST0033	EST-3HD	Est. 13 kV 3F Dos Postes Doble retención	
EST0034	EST-3TR	Est. 13 kV 3F Tres Postes Retención	
EST0036	EST-3BA	Est. 13 kV 3F Bandera Angular	
EST0037	EST-3BD	Est. 13 kV 3F Bandera Doble retención	

Fuente: Autor

## Estructuras en redes aéreas de distribución en baja tensión

En la tabla 4.6 se presentan algunas de las unidades de propiedad en baja tensión para redes aéreas convencionales y preensambladas en baja tensión.

**Tabla 4.6:** Estructuras baja tensión red desnuda 240/ 120 V

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
ESE0001	ESE-1EP	Est. 0V 1 vía Vertical Pasante o Angular	
ESE0002	ESE-1ER	Est. 0V 1 vía Vertical Retención	
ESE0003	ESE-1ED	Est. 0V 1 vía Vertical Doble Retención	
ESD0042	ESD-2CD	Est. 240V 2 vías Centrada Doble Retención	
ESD0043	ESD-2CP	Est. 240V 2 vías Centrada Pasante	
ESD0044	ESD-2CR	Est. 240V 2 vías Centrada Retención	
ESD0001	ESD-3EP	Est. 240V 3 vías Vertical Pasante	
ESD0002	ESD-3ER	Est. 240V 3 vías Vertical Retención	
ESD0003	ESD-3ED	Est. 240V 3 vías Vertical Doble retención	

Fuente: Autor; Catálogo UP del MEER

**Tabla 4.7:** Estructuras baja tensión red preensamblada 240/ 120 V

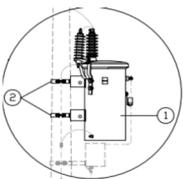
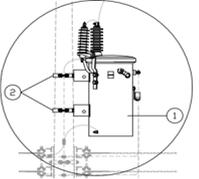
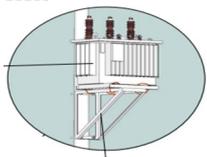
CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
ESD0027	ESD-1PP3	Est. 240V Preensamblado Pasante con 3 conduct.	
ESD0029	ESD-1PA3	Est. 240V Preensamblado Angular con 3 conduct	
ESD0031	ESD-1PR3	Est. 240V Preensamblado Retención con 3 conduct	
ESD0033	ESD-1PD3	Est. 240V Preensamblado Doble retención con 3 conduct	

Fuente: Autor

### Transformadores en redes de distribución (TR)

En la tabla 4.8 se presentan algunas unidades de propiedad para transformadores de distribución monofásica convencional y autoprotegidos, además de trifásicos.

**Tabla 4.8:** Transformadores de distribución en poste

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
TRT0003	TRT-1C10	Transformador 13 kV 1F conv. 10 kVA en poste	
TRT0004	TRT-1C15	Transformador 13 kV 1F conv. 15 kVA en poste	
TRT0005	TRT-1C25	Transformador 13 kV 1F conv. 25 kVA en poste	
TRT0006	TRT-1C37.5	Transformador 13 kV 1F conv. 37,5 kVA en poste	
TRT0007	TRT-1C50	Transformador 13 kV 1F conv. 50 kVA en poste	
TRT0011	TRT-1A10	Transformador 13 kV 1F autoproteg. 10 kVA en poste	
TRT0012	TRT-1A15	Transformador 13 kV 1F autoproteg. 15 kVA en poste	
TRT0013	TRT-1A25	Transformador 13 kV 1F autoproteg. 25 kVA en poste	
TRT0014	TRT-1A37.5	Transformador 13 kV 1F autoproteg. 37,5 kVA en poste	
TRT0015	TRT-1A50	Transformador 13 kV 1F autoproteg. 50 kVA en poste	
TRT0016	TRT-1A75	Transformador 13 kV 1F autoproteg. 75 kVA en poste	
TRT0020	TRT-3C50	Transformador 13 kV 3F conv. 50 kVA en poste	
TRT0022	TRT-3C75	Transformador 13 kV 3F conv. 75 kVA en poste	
TRT0025	TRT-3C125	Transformador 13 kV 3F conv. 125 kVA en poste	

Fuente: Autor

## Alumbrado público en redes de distribución (AP)

En la tabla 4.9 se presentan unidades de propiedad relacionadas al alumbrado público conexas desde redes de distribución desnudas y preensambladas, a manera de ejemplo se utilizan como referencia las luminarias de mercurio y de sodio autocontroladas.

**Tabla 4.9:** Alumbrado público en poste

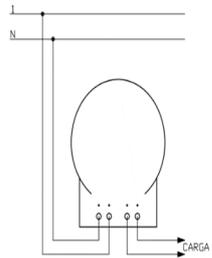
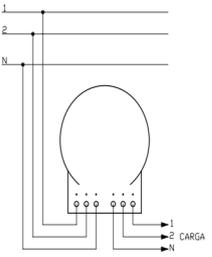
CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
APO0206	APD-0PLCM175AC	Lum. 240 V Hg 175 W en poste con red aerea Autocontrolada pot. cte. C	
APO0207	APD-0PLCM250AC	Lum. 240 V Hg 250 W en poste con red aerea Autocontrolada pot. Cte. C	
APO0208	APD-0PLCM400AC	Lum. 240 V Hg 400 W en poste con red aerea Autocontrolada pot. cte. C	
APO0312	APD-0PLCS150AC	Lum. 240V Na 150 W en poste con red aerea Autocontrolada pot. cte. C	
APO0313	APD-0PLCS250AC	Lum. 240V Na 250 W en poste con red aerea Autocontrolada pot. cte. C	
APO0314	APD-0PLCS400AC	Lum. 240V Na 400 W en poste con red aerea Autocontrolada pot. cte. C	
APO0234	APD-0OLCM175AC	Lum. 240 V Hg 175 W en poste con red preen Autocontrolada pot. cte. C	
APO0235	APD-0OLCM250AC	Lum. 240 V Hg 250 W en poste con red preen Autocontrolada pot. cte. C	
APO0374	APD-0OLCS100AC	Lum. 240 V Na 100 W en poste con red preen Autocontrolada pot. cte. C	
APO0375	APD-0OLCS250AC	Lum. 240 V Na 250 W en poste con red preen Autocontrolada pot. cte. C	
APO0376	APD-0OLCS400AC L	Lum. 240 V Na 400 W en poste con red preen Autocontrolada pot. cte. C	

Fuente: Autor

## Medidores en redes de distribución (ME)

En la tabla 4.10 se presenta dos ejemplos de unidades de propiedad para medidores electrónicos masivos, tipo bornera.

**Tabla 4.10:** Medidor masivo electrónico

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
MEC0001	MEC-1E100_1A	Medidor 120V 1F2H - Masivo Electr. Energía Activa - 100 A_ Forma 1A	
MED0002	MED-1E100_2A	Medidor 240V 1F3H - Masivo Electr. Energía Activa - 100 A_ Forma 2A	

Fuente: Autor

### Acometidas en redes de distribución (AC)

En la siguiente tabla 4.11 se presentan tres tipos de acometidas utilizadas a voltaje estándar 240V.

**Tabla 4.11:** Acometidas

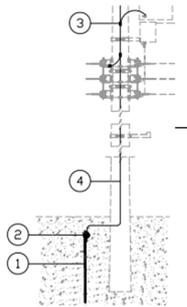
ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN
ACO - OJ3X6	Conductor tríplex 3 x 6 AWG
ACO - OW2X6MM2	Conductor concéntrico XLPE 2 x 6 mm <sup>2</sup>
ACO - OW3X6MM2	Conductor concéntrico XLPE 3 x 6 mm <sup>2</sup>

Fuente: Autor

### Puesta a tierra en redes de distribución

En la tabla 4.12 se presentan dos ejemplos de puesta a tierra, la primera para ser utilizada en red secundaria desnuda y la otra para red preensamblada, utilizando conductor de cobre y varilla coperweld.

**Tabla 4.12: Puesta a tierra**

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
PTO0003	PTO-0DC2_1	P. a Tierra en Red Secun. Desnuda Cond. Cu Cal. 2 AWG 1 Var.	
PTO0005	PTO-0PC2_1	P. a Tierra en Red Secun. Preen. Cond. de Cu Calibre 2 AWG 1 Va	

Fuente: Autor

### Postes en redes de distribución (PO)

En la siguiente tabla 4.13 se presente algunos tipos de postes de forma circular utilizados en la construcción de redes de distribución eléctrica,

**Tabla 4.13: Postes**

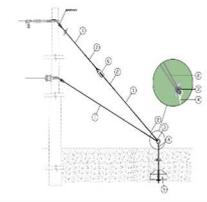
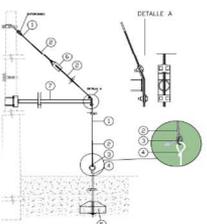
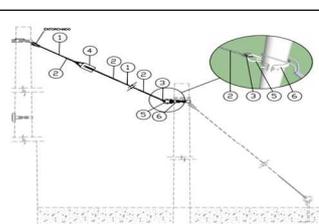
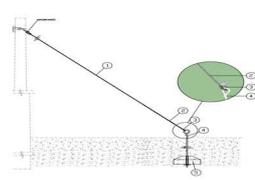
CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
POO0101	POO-0HC9_350	Poste Hormigón armado Circular de 9m carga de rotura 350kg	
POO0602	POO-0HC10_400	Poste Hormigón armado Circular de 10m carga de rotura 400kg	
POO0702	POO-0PC10_400	Poste Plástico fibra de vidrio Circular de 10m carga de rotura 400kg	
POO0800	POO-0EC10	Poste Metálico Circular de 10m	
POO1004	POO-0HC11_500	Poste Hormigón armado Circular de 11m carga de rotura 500kg	
POO1605	POO-0HC12_600	Poste Hormigón armado Circular de 12m carga de rotura 600kg	
POO1704	POO-0PC12_500	Poste Plástico fibra de vidrio Circular de 12m carga de rotura 500kg	
POO2307	POO-0HC14_700	Poste Hormigón armado Circular de 14m carga de rotura 700kg	

Fuente: Autor

### Tensores y Anclajes en redes de distribución (TA)

En la tabla 4.14 se presentan algunas disposiciones de tensores simples y dobles que se utilizan en la construcción de redes de distribución eléctrica en media y baja tensión.

**Tabla 4.14:** *Tensores y anclajes en medio y bajo voltaje*

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
TAT0001	TAT-OTD	Tensor a Tierra Doble en redes de dist. 13 kV	
TAT0002	TAT-OFs	Tensor Farol Simple en redes de dist. 13 kV	
TAT0004	TAT-OPS	Tensor Poste a poste Simple en redes de dist. 13 kV	
TAD0003	TAD-OTS	Tensor a Tierra Simple en redes de dist. 240/120 V	

*Fuente:* Autor

### Conductores en redes de distribución (CO)

En la tabla 4.15 se presentan unidades de propiedad para conductores que se utilizan en las diferentes redes de distribución con conductores desnudos o aislados en media y baja tensión tanto en aluminio como cobre.

**Tabla 4.15:** *Conductores*

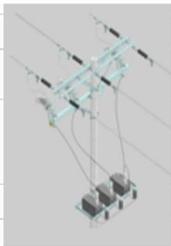
ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN
CO0-0C2	Conductor AAAC 5005 #2 AW
CO0-0C1/0	Conductor AAAC 5005 #1/0 AWG
CO0-0C2/0	Conductor AAAC 5005 #2/0 AWG
CO0-0C3/0	Conductor AAAC 5005 #3/0 AWG
CO0-0B4	Conductor ACSR #4 AWG
CO0-0B2	Conductor ACSR #2 AWG
CO0-0B1/0	Conductor ACSR #1/0 AWG
CO0-0B2/0	Conductor ACSR #2/0 AWG
CO0-0B4/0	Conductor ACSR #4/0 AWG
CO0-0B266	Conductor ACSR #266.8 MCM
CO0-0B336	Conductor ACSR #336.4 MCM
CO0-0T2X50(50)	Conductor Al. Preensamblado 2x50 + Nx50 mm <sup>2</sup>
CO0-0T2X70(50)	Conductor Al. Preensamblado 2x70 + Nx50 mm <sup>2</sup>
CO0-0X2x6	Conductor Concéntrico Al 2x6
CO0-0X3x6	Conductor Concéntrico Al 3x6
CO0-0V2	Conductor Clase 15kV Cu 2 AWG
CO0-0V2/0	Conductor Clase 15kV Cu 2/0 AWG
CO0-0S4/0	Conductor ACAR #4/0 AWG
CO0-0S266.8	Conductor ACAR #266.8 MCM
CO0-0S300	Conductor ACAR #300 MCM
CO0-0Q10	Conductor THHN Cu #10 AWG
CO0-0Q2	Conductor THHN Cu #2 AWG
CO0-0Q1/0	Conductor THHN Cu #1/0 AWG
CO0-0Q2/0	Conductor THHN Cu #2/0 AWG

**Fuente:** *Autor*

### **Equipos de Compensación en redes aéreas de distribución (EC)**

En la tabla 4.16 se presenta unidades de propiedad relacionadas a equipos de compensación monofásicos y trifásicos tanto capacitores como reguladores.

**Tabla 4.16:** *Equipos de compensación*

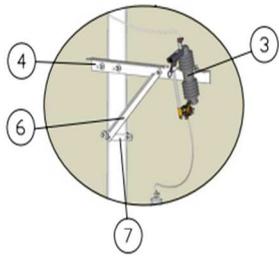
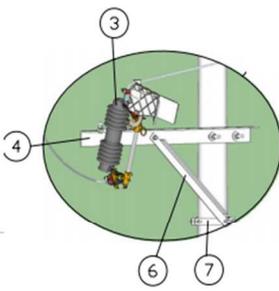
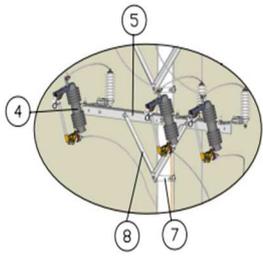
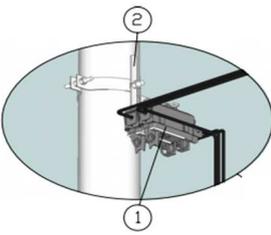
CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
ECT0002	ECT-1C100	Capacitor fijo 13kV 1F 100kVAR	
ECT0003	ECT-1C200	Capacitor fijo 13kV 1F 200kVA	
ECT0006	ECT-3C100	Capacitor fijo 13kV 3F 100kVA	
ECT0007	ECT-3C200	Capacitor fijo 13kV 3F 200kVA	
ECT0018	ECT-1RE100	Regulador de voltaje bobina fija 13kV 1F 100 kVA ctrl electrónico	
ECT0026	ECT-3RE100	Regulador de voltaje bobina fija 13kV 3F 100 kVA ctrl electrónico	

**Fuente:** *Autor*

## Seccionamiento y Protección en redes eléctricas de distribución (SP)

En la tabla 4.17 se presenta algunas unidades de propiedad para seccionamiento y protección para ser utilizados en media tensión en arreglo monofásico y trifásico utilizando seccionadores portafusibles con o sin rompearco, con protección de tirafusible tipo k y H, así también en baja tensión utilizando seccionadores cerrado tipo NH.

**Tabla 4.17:** Seccionadores en media y baja tensión

CÓDIGO	ID. UP-UC	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACION
SPT0001	SPT-1S100	Secc. 13kV 1F con seccionador fus. unipolar ab. 100A	
SPT0002	SPT-1S200	Secc. 13kV 1F con seccionador fus. unipolar ab. 200A	
SPT0003	SPT-1E100	Secc. 13kV 1F con seccionador fus. unipolar ab. disp. rompearco 200A	
SPT0004	SPT-1E200	Secc. 13kV 1F con seccionador fus. unipolar ab. disp. rompearco 100A	
SPT0033	SPT-3S100	Secc. 13kV 3F con seccionador fus. unipolar ab. 100	
SPT0034	SPT-3S200	Secc. 13kV 3F con seccionador fus. unipolar ab. 200	
SPD0010	SPD-2L160	Secc. 240V 2F con fusible NH 160 A	
SPD0015	SPD-2L630	Secc. 240V 2F con fusible NH 630 A	

Fuente: Autor

## **CAPÍTULO 5:**

### **Cálculo de precios unitarios y análisis de resultados.**

#### **5.1 Descripción general**

En esta sección, se describe el aplicativo informático para realizar los cálculos de precios unitarios de mano de obra para redes eléctricas de distribución de forma automática.

El aplicativo considera la metodología de cálculo, utilizando:

- Personal calificado
- Salarios determinados por el Ministerio de trabajo en las tablas salariales 2016, determinando el salario real horario, en base a las cargas sociales y días efectivos de trabajo al año esto 231 días
- Grupos de trabajo, considerando la distribución de personal
- Actividades basadas en micromovimientos
- Tiempos estándares para construcción, incluye recomendaciones OIT.
- Costos de equipos de transporte, incluye, costos de propiedad, gastos de operación y mantenimiento. Se obtiene el costo horario real para que sean considerar en las unidades constructivas que requieren de vehículo o grúa como por ejemplo el hincado y aplomada de postes.
- Costos de herramientas basado en el 5% de la mano de obra
- Costo indirecto basado en el 30% del costo directo.
- Costo del material a precios de mercado, utilizando análisis estadístico. Los nombres de los materiales son los homologados por el MEER
- El precio unitario de las unidades constructivas y de propiedad, con el respectivo código MEER.

#### **5.2 Presentación del aplicativo**

El aplicativo está desarrollado en Excel, utilizando las funciones de programación de búsqueda y referencia, lógicas, hipervínculos, funciones matemáticas y estadísticas.

El aplicativo tiene por objetivo automatizar el cálculo de los precios unitarios de las unidades de construcción y de propiedad para lo cual en la pantalla principal se presentan dos secciones la del lado izquierdo la de ingreso de datos y la del derecho la de salida de datos.

La sección de ingreso de los datos consta de los siguientes paneles de información:

- Base de datos
- Actividades y tiempo
- Equipos y tiempo
- Salarios
- Materiales
- Unidades constructivas

En la sección salida da datos tenemos los siguientes paneles de información:

- Precio unitario de mano de obra por unidad de propiedad.
- Precio unitario de materiales
- Precio unitario por unidad de propiedad
- Precio por transporte de postes
- Índices de factor distancia
- Presupuesto para proyecto eléctrico



**Figura 5.1:** *Aplicativo de precios unitarios*  
**Fuente:** *Autor*

### 5.3 La base de datos

Es una hoja Excel base de datos donde se encuentra los datos específicos y que responde a una metodología de cálculo descrita en el capítulo tres. En esta base se puede observar:

- **Tabla de personal:**
  - Descripción del personal con su respectivo código, en caso de nuevo personal se debe ingresar su cargo.

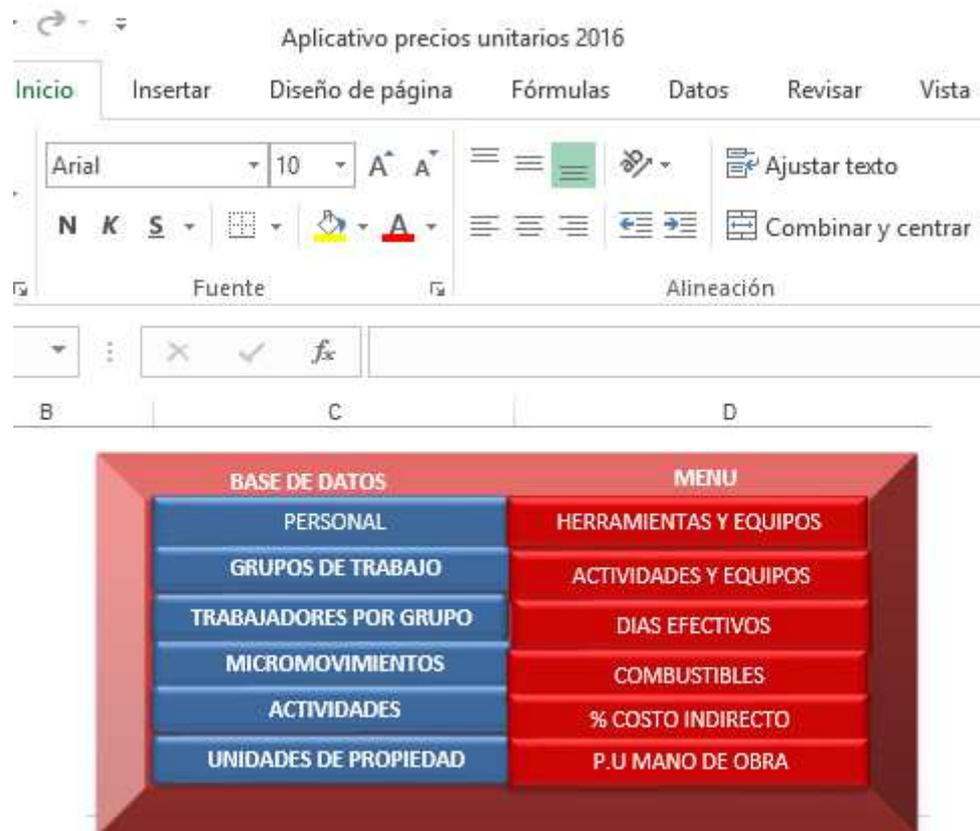
- **Tabla de cálculo de salario**

- Calculo del salario real, mensual, diario y horario, en el caso del salario unificado nominal este dato proviene de la hoja salarios. El salario real contiene todas las cargas sociales que el empleador debe cancelar al IEES. Para obtener el salario real diario se considera los días efectivos trabajados esto es 231 días.

- **Tabla de Grupos de Trabajo**

- Contiene los nombres de los grupos de trabajo con el código respectivo, además de su costo horario.

En la siguiente figura 5.2 se observa la pantalla de inicio de base de datos, además las tablas donde se encuentra el personal y grupos de trabajo:



**Figura 5.2:** Base de datos: personal y grupos de trabajo  
**Fuente:** Autor

- **Tabla de trabajadores por grupo**

- Contiene los grupos de trabajo con sus respectivos trabajadores y cantidad que conforman el grupo, como se puede apreciar en la tabla 5.1:

**Tabla 5.1:** Base de datos: Trabajadores por grupo

Código grupo	Descripción grupo	Código trabajador	Descripción de personal	Cantidad
	1 Construcciones	1	Ingeniero Eléctrico	0,4
	1 Construcciones	5	Maestro eléctrico liniero	1
	1 Construcciones	6	Liniero	6
	1 Construcciones	8	Ayudante de electricista	3
	2 Hincada de Postes con grúa	13	Operador grúa	1
	2 Hincada de Postes con grúa	6	Liniero	1
	2 Hincada de Postes con grúa	8	Ayudante de electricista	2
	3 Hincada de Postes a mano	6	Liniero	2
	3 Hincada de Postes a mano	7	Electricista	8
	4 Excavación	8	Ayudante de electricista	2
	5 Medidores y Acometidas	7	Electricista	2
	6 Desbroce vegetación	14	Peón	3
	7 Pruebas Energización	1	Ingeniero Eléctrico	0,3
	7 Pruebas Energización	6	Liniero	2
	7 Pruebas Energización	8	Ayudante de electricista	1
	8 Estudios y Diseños	1	Ingeniero Eléctrico	2
	8 Estudios y Diseños	9	Topógrafo	1
	8 Estudios y Diseños	10	Dibujante	1
	9 Corte y Reconexión	3	Supervisor eléctrico	0,4
	9 Corte y Reconexión	7	Electricista	10
	10 Lecturas y Notificaciones	4	Supervisor	0,4
	10 Lecturas y Notificaciones	19	Lector	10

**Fuente:** Autor

- **Tabla de micromovimientos**

- En la tabla 5.2 se detallan los micromovimientos codificados para construcción de unidades de propiedad en redes de distribución, que hemos definido en este trabajo y que son sujetos de medición de tiempo.

**Tabla 5.2:** Base de datos: Micromovimientos

Código de micromovimiento	Descripción
1	Subir y bajar del poste
2	Colocar y fijar abrazadera con espiga pin punta de poste
3	Colocar y fijar abrazadera con espiga pin punta de poste doble
4	Colocar y fijar perno pin
5	Colocar y fijar de perno de ojo
6	Colocar y fijar tuerca de ojo
7	Colocar aislador pin
8	Sujetar cadena de dos aisladores 52-1 al perno de ojo
9	Colocar aislador rollo 53-2
10	Amar y colocar cruceta simple 2.4 m
11	Amar y colocar doble cruceta 2.4 m
12	Amar y colocar cruceta simple 4 m
13	Amar y colocar doble cruceta 4 m
14	Colocar y fijar pie de amigo simple
15	Colocar y fijar pie de amigo doble
16	Amar y colocar ángulo pie de amigo
17	Amar y colocar ángulo pie de amigo doble
18	Amar y colocar bastidor 1
19	Amar y colocar bastidor 3
20	Colocar y fijar grapa mordaza 3 pernos
21	Tensar cable galvanizado
22	Colocar estructura farol 2" x 1.5 m
23	Colocar y desmontar estructura para subir trafa
24	Subir, colocar y fijar trafa
25	Instalar a la red
26	Amar luminaria
27	Fijar luminaria de brazo hasta 90 cm con perno
28	Subir, y fijar luminaria con brazo abrazadera al poste
29	Amar y fijar seccionador
30	Colocar y fijar pararrayo
31	Enterrar varilla a tierra
32	Instalar puesta a tierra
33	Excavación
34	Amar y colocar ancla con varilla anclaje
35	Compactar terreno
36	Tendido del conductor
37	Tensado y calibración del conductor
38	Amarre del conductor
39	Desbroce
40	Izada y aplomada del poste
41	Sacada de poste
42	Colocar y fijar abrazadera simple
43	Colocar y fijar abrazadera doble
44	Colocar grapa angular
45	Colocar aislador de suspensión siliconado
46	Instalar caja para medidor
47	Instalar medidor
48	Sellado de caja de medidor
49	Tendido de cable preensamblado
50	Instalar cable de acometida
51	Colocar grapa pistola
52	Amar y fijar varilla de retención
53	Instalar conectores estanco a la red
54	Prueba de voltaje
55	Prueba de corriente
56	Prueba de aislamiento
57	Pintar rotulo y materiales
58	Estacar
59	Instalar capacitor
60	Colocar e instalar rack con ojal espiralado
61	Colocar e instalar mensula de retención
62	Colocar pinza de suspensión
63	Colocar pinza de retencion
64	Colocar tensor mecanico ojo
65	Amar y colocar bastidor 2
66	Amar y colocar bastidor 4
67	Colocar aislador de retenida
68	Colocar y fijar base de tomapunta
69	Colocar y fijar tomapunta
70	Armada y colocacion de cruceta
71	Colocar y fijar estribo
72	Instalar grapa linea energizada
73	Colocar y retirar poleas
74	Intalar kit acometida a red preensamblada
75	Conectar acometida a medidor
76	Amar y fijar cable puente
77	Fijar conector
78	Colocar y fijar cruceta
79	Amar, colocar y fijar cruceta doble
80	Subir y colocar transformador
81	Instalar interruptor
82	Instalar interruptor bifásico
83	Amar y fijar varilla preformada
84	Colocar y fijar precinto
85	Colocar y fijar estructura de soporte
86	Colocar y fijar abrazadera para trafa
87	Intalar bajantes
90	Movilización interna



Fuente: Autor

- **Tabla de herramientas y equipos**

- En esta tabla 5.3 constan los equipos y herramientas, como, por ejemplo: vehículos, motos, grúas, carro canasta, alicates de electricistas, pinza voltamperimétrica, pértigas, escaleras, destornilladores, llaves de boca-corona, desenrolladora, radio portátil, GPS etc.

**Tabla 5.3:** Base de datos: Herramientas y equipos

Código herramienta	Precio ( USD )	Descripción
1	23000	Camioneta 4x2
2	36000	Camión 3000
3	186957	Grúa Unimog
4	70500	Grúa
5	70500	Carro canasta A.P
6	165814	Carro canasta linea energizadas
7	86956	Plataforma
8	3819	Moto
9	300	Desenrolladora
10	300	Tecla 3 toneladas
11	480	Escalera telescópica 32'
12	500	Pértiga
13	3000	Teodolito
14	200	Mira
15	600	Radio Portátil
16	1200	Computadora
17	22000	Equipo de prueba de trafo
18	200	Impresora de inyección a tinta
19	105	Escalera tipo tijera 6'
20	18	Alicate de electricista
21	35	Juego de destornilladores
22	210	Cinturon para liniero
23	138	Faja de seguridad
24	68	Juego de llave de trinquete
25	46	Juego de llaves boca-corona
26	25	Llave ajustable
27	690	Equipo para puesta a tierra
28	12	Casco protector dieléctrico
29	74	Taladro eléctrico
30	260	Detector de tensión personal
31	63	Bolsa portaherramienta
32	21	Cuchillo curvo portaherramientas
33	890	Rompe carga Loadbustes
34	98	Mordaza para conductor
35	133	Aparejo
36	15	Gafas para liniero
37	240	Pinza voltamperimétrica
38	345	Pértiga de gancho
39	978	Motosierra espada mediana
40	210	Pinza para comprensión
41	99	Pinza corta pernos
42	12	Separador plastico para fases
43	26	Juego de brocas
44	2500	GPS



Fuente: Autor

## 5.4 Sección de actividades y equipos

En esta sección se ingresan los micromovimientos y equipos necesarios para el cálculo del costo directo de mano de obra, costo de equipos y vehículos. En esta sección se ingresan los códigos de las unidades de propiedad con su respectivo tiempo estándar cuya suma genera el tiempo de armado estándar de la UP.

Al tiempo de armado se agregan los tiempos de organización del trabajo, el tiempo de distribución del material, el tiempo de movilización entre poste y poste y el tiempo de suplementos por concesiones de la Organización Internacional del Trabajo, a continuación, indicamos la relación porcentual con respecto al tiempo de armado.

- El tiempo de organización del trabajo es el 5% del tiempo de armado.
- El tiempo de distribución del material es el 10% del tiempo de armado.
- El tiempo de movilización entre poste y poste es el 10% del tiempo de armado.
- El tiempo por suplemento y concesiones de la OIT, se lo determina en 16% del tiempo de armado, cabe mencionar que este porcentaje corresponde porque el trabajo se realiza de pies, en escalera, a la intemperie, y en varias de las ocasiones levantando pesos que corresponde a los componentes de las estructuras.

El tiempo total estándar es la suma del tiempo estándar de armado y el tiempo de movilización estándar que para este caso globaliza a los tiempos de organización, de distribución de material y de suplementos.

Determinado el tiempo estándar total se asigna el grupo de trabajo y la parte que interviene, calculándose de esta forma el rendimiento que sirve para el cálculo del costo de equipo y de manos de obra directa.

En el anexo C se observan algunas fotografías de actividades constructivas para unidades de propiedad.

A manera de ilustración en la tabla 5.4 se observan algunas unidades de propiedad con los micromovimientos y los tiempos de armado y movilización.

**Tabla 5.4: Actividades en unidades de propiedad**

Código MEER	Unidad de Propiedad		Micromovimientos				Tiempo A armado	Tiempo B organización del trabajo	Tiempo C distribución material	Tiempo D movilización poste poste	Tiempo E conexiones OIT	Tiempo M movilización	Tiempo estandar	Grupo que interviene	Rendimiento P.I (Unidad/hora)	Parte que interviene (P.I)
	Código UD	Descripción	Unidad	Código	Descripción	Cantidad										
EST-1CP	UP	Montaje de Estructura 1F-Centrada Pasante 13 kW	U	1	Subir y bajar del poste	1	5	1,4	1,4	2,24	5,74	19,740	1	2,660	0,29	
				2	Colocar y fijar abrazadera con espiga pin punta de poste	1	5									
				7	Colocar aislador pin	2	2									
				83	Armar y fijar varilla preformada	1	2									
EST-1CA	UP2	Montaje de Estructura 1F-Centrada Angular 13 kW	U	1	Subir y bajar del poste	1	5	1,6	1,6	2,56	6,56	22,56	1	2,327	0,29	
				3	Colocar y fijar abrazadera con espiga pin punta de poste doble	1	5									
				7	Colocar aislador pin	2	4									
				83	Armar y fijar varilla preformada	1	2									
EST-1BA	UA	Montaje de Estructura 1F-Bandera Angular 13 kW	U	1	Subir y bajar del poste	1	5	1,4	1,4	2,24	5,74	19,74	1	2,660	0,29	
				42	Colocar y fijar abrazadera simple	1	3									
				6	Colocar y fijar tuerca de ojo	1	1									
				45	Colocar aislador de suspensión silicomado	1	2									
EST-1BD	UBA	Armadura de estructura UBA	U	1	Subir y bajar del poste	1	5	1,9	1,9	3,04	7,79	26,79	1	1,960	0,29	
				42	Colocar y fijar abrazadera simple	2	3									
				6	Colocar y fijar tuerca de ojo	2	2									
				45	Colocar aislador de suspensión silicomado	2	2									
EST-1CR	UR	Montaje de Estructura 1F-Centrada Retención 13 kW	U	1	Subir y bajar del poste	1	5	1,5	1,5	2,4	6,15	21,15	1	2,482	0,29	
				42	Colocar y fijar abrazadera simple	1	3									
				6	Colocar y fijar tuerca de ojo	1	1									
				45	Colocar aislador de suspensión silicomado	1	3									
EST-1CD	UR2	Montaje de Estructura 1F-Centrada Doble Retención 13 kW	U	1	Subir y bajar del poste	1	5	2	2	3,2	8,2	28,2	1	1,862	0,29	
				43	Colocar y fijar abrazadera doble	1	1									
				6	Colocar y fijar tuerca de ojo	2	1									
				2	Colocar y fijar abrazadera con espiga pin punta de poste	1	2									
				7	Colocar aislador pin	1	1	20	2		8,2	28,2	1	1,862	0,29	
				45	Colocar aislador de suspensión silicomado	2	3									
				51	Colocar grapa pistola	2	3									
				76	Armar y fijar cable puente	1	2									
				77	Fijar conector	1	2									

Fuente: Autor

## 5.5 Sección de precios unitarios de mano de obra

En esta sección se visualizan de manera automática los precios unitarios de mano de obra de las unidades de propiedad a 13.8KV, esto es el resultado de la información que se ha utilizado en la hoja de base datos, actividades y equipos, la forma de cálculo de mano de obra se aprecia en la tabla 5.5. Para otras unidades de propiedad a 13.8KV se puede apreciar en el anexo B.

**Tabla 5.5:** *Calculo de precios unitarios para mano de obra*

Código MEER	Código ED	Unidad de Propiedad Descripción	Unidad	Tiempo armado	Tiempo movilización	Tiempo TOTAL	Grupo que interviene	Rendimiento Unidad/hora	Parte que interviene (pu)	Mano de Obra		Equipo		Herramientas		Costos indirectos		TOTAL USD/Unidad
										USD	USD	USD	USD	USD	30.00%			
EST-IOP	UP	Montaje de Estructura 1F Centrada Pasante 13 KV	U	14	5,74	19,74	01	2,66	0,29	6,93	1,23	0,35	2,55	11,06				
EST-ICA	UP2	Montaje de Estructura 1F Centrada Angular 13 KV	U	16	6,56	22,56	01	2,33	0,29	7,92	1,40	0,40	2,92	12,64				
EST-IBA	UA	Montaje de Estructura 1F Banderera Angular 13 KV	U	14	5,74	19,74	01	2,66	0,29	6,93	1,23	0,35	2,55	11,06				
EST-IBD	UBA	Armada de estructura 1FA	U	19	7,79	26,79	01	1,96	0,29	9,40	1,67	0,47	3,46	15,00				
EST-ICR	UR	Montaje de Estructura 1F Centrada Retención 13 KV	U	15	6,15	21,15	01	2,46	0,29	7,42	1,32	0,37	2,73	11,85				
EST-ICD	UR2	Montaje de Estructura 1F Centrada Doble Retención 13 KV	U	20	8,2	28,2	01	1,86	0,29	9,90	1,76	0,49	3,64	15,79				
EST-IIP	UPI	Montaje de Estructura 1F en Votabo Pasante 13 KV	U	17	6,97	23,97	01	2,19	0,29	8,41	1,49	0,42	3,10	13,42				
EST-IVA	UPV	Montaje de Estructura 1F en Votabo Angular 13 KV	U	22	9,02	31,02	01	1,69	0,29	10,89	1,93	0,54	4,01	17,37				
EST-IVR	URV	Montaje de Estructura 1F en Votabo Retención 13 KV	U	22	9,02	31,02	01	1,55	0,29	11,88	2,11	0,59	4,37	18,95				
EST-IVD	UPV2	Montaje de Estructura 1F en Votabo Doble Retención 13 KV	U	32	13,12	45,12	01	1,16	0,29	15,84	2,81	0,79	5,93	25,27				
EST-ISP	SC	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Pasante 13 KV	U	31	12,71	43,71	01	1,20	0,29	15,34	2,79	0,77	5,67	24,57				
EST-ISA	SC2	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Angular 13 KV	U	38	15,58	53,58	01	0,98	0,29	18,81	3,42	0,94	6,95	30,11				
EST-ISR	SR	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Retención 13 KV	U	38	15,58	53,58	01	0,98	0,29	18,81	3,42	0,94	6,95	30,11				
EST-ISD	SR2	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Doble Retención 13 KV	U	54	22,14	76,14	01	0,69	0,29	26,73	4,85	1,34	9,97	42,79				
EST-ICP	CP	Montaje de Estructura 3F Centrada Pasante 13 KV	U	35	14,35	49,35	01	1,06	0,29	17,32	3,15	0,87	6,40	27,74				
EST-ICA	CP2	Montaje de Estructura 3F Centrada Angular 13 KV	U	40	16,4	56,4	01	0,93	0,29	19,80	3,60	0,99	7,31	31,70				

Fuente: Autor

En la tabla 5.6 se presenta algunos precios unitarios para unidades de propiedad según los grupos:

**Tabla 5.6:** Precios unitarios de unidades de propiedad según los grupos para mano de obra.

CODIGO		DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO \$
MEER	EDs			
<b>ESTRUCTURAS EN BAJO VOLTAJE REDES CONVENCIONALES</b>				
ESE-1EP	DS1	Montaje de Estructura 1 Vía Vertical Pasante	U	9,48
ESE-1ER	DR1	Montaje de Estructura 1 Vía Vertical Retención	U	9,48
ESE-1ED	DRR1	Montaje de Estructura 1 Vía Vertical Doble Retención	U	15,00
ESD-2EP	DS2	Montaje de Estructura 2 Vías Vertical Pasante	U	10,27
ESC-2ER	DR2	Montaje de Estructura 2 Vías Vertical Retención	U	11,06
ESD-2ED	DRR2	Montaje de Estructura 2 Vías Vertical Doble Retención	U	16,58
ESD-3EP	DS3	Montaje de Estructura 3 Vías Vertical Pasante	U	12,64
ESD-3ER	DR3	Montaje de Estructura 3 Vías Vertical Retención	U	12,64
ESD-3ED	DRR3	Montaje de Estructura 3 Vías Vertical Doble Retención	U	18,95
ESD-4EP	DS4	Montaje de Estructura 4 Vías Vertical Pasante	U	14,21
ESD-4ER	DR4	Montaje de Estructura 4 Vías Vertical Retención	U	14,21
ESD-4ED	DRR4	Montaje de Estructura 4 Vías Vertical Doble Retención	U	23,69
<b>ESTRUCTURAS EN BAJO VOLTAJE REDES PREENSAMBLADAS</b>				
ESD-1PP3	KS	Montaje de Estructura 1 Vía Preensamblado Pasante 3 Conductores	U	12,64
ESD-1PA3	KA	Montaje de Estructura 1 Vía Preensamblado Angular 3 Conductores	U	10,27
ESD-1PR3	KR	Montaje de Estructura 1 Vía Preensamblado Retención 3 Conductores	U	13,42
ESD-1PD3	2KR	Montaje de Estructura 1 Vía Preensamblado Doble Retención 3 Conductores	U	16,10
<b>ESTRUCTURAS EN MEDIO VOLTAJE REDES MONOFASICAS</b>				
EST-1CP	UP	Montaje de Estructura 1F Centrada Pasante 13 kV	U	11,06
EST-1CA	UP2	Montaje de Estructura 1F Centrada Angular 13 kV	U	12,64
EST-1BA	UA	Montaje de Estructura 1F Bandera Angular 13 kV	U	11,06
EST-1BD	URA	Armada de estructura URA	U	15,00
EST-1CR	UR	Montaje de Estructura 1F Centrada Retención 13 kV	U	11,85
EST-1CD	UR2	Montaje de Estructura 1F Centrada Doble Retención 13 kV	U	15,79
EST-1VP	UPV	Montaje de Estructura 1F en Volado Pasante 13 kV	U	13,42
EST-1VA	UP2V	Montaje de Estructura 1F en Volado Angular 13 kV	U	17,37
EST-1VR	URV	Montaje de Estructura 1F en Volado Retención 13 kV	U	18,95
EST-1VD	UR2V	Montaje de Estructura 1F en Volado Doble Retención 13 kV	U	25,27
<b>ESTRUCTURAS EN MEDIO VOLTAJE REDES TRIFASICAS</b>				
EST-3SP	SC	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Pasante 13 kV	U	24,57
EST-3SA	SC2	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Angular 13 kV	U	30,11
EST-3SR	SR	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Retención 13 kV	U	30,11
EST-3SD	SR2	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Doble Retención 13 kV	U	42,79
EST-3CP	CP	Montaje de Estructura 3F Centrada Pasante 13 kV	U	27,74
EST-3CA	CP2	Montaje de Estructura 3F Centrada Angular 13 kV	U	31,70
EST-3CR	CR	Montaje de Estructura 3F Centrada Retención 13 kV	U	27,74
EST-3CD	CR2	Montaje de Estructura 3F Centrada Doble Retención 13 kV	U	43,58
EST-3VP	VP	Montaje de Estructura 3F en Volado Pasante 13 kV	U	27,74
EST-3VA	VP2	Montaje de Estructura 3F en Volado Angular 13 kV	U	32,49
EST-3VR	VR	Montaje de Estructura 3F en Volado Retención 13 kV	U	30,11
EST-3VD	VR2	Montaje de Estructura 3F en Volado Doble Retención 13 kV	U	46,75
EST-3BA	BA	Montaje de Estructura 3F Bandera Angular 13 kV	U	19,81
EST-3BD	BA2	Montaje de Estructura 3F Bandera Doble Retención 13 kV	U	32,49
EST-3HR	HR	Montaje de Estructura 3F Dos Postes Retención 13 kV	U	45,98
EST-3HD	HR2	Armada de estructura HR2	U	70,84

Fuente: Autor

**Tabla 5.6:** Precios unitarios de unidades de propiedad para mano de obra.

CODIGO		DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO \$
MEER	EDs			
<b>TRANSFORMADORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
TRT-1A5	TRAFO 1F AUTO 5 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 5 kva	U	31,59
TRT-1A10	TRAFO 1F AUTO 10 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 10kva	U	31,59
TRT-1A15	TRAFO1F AUTO 15 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 15kva	U	44,11
TRT-1A25	TRAFO 1F AUTO 25 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 25 kva	U	46,32
TRT-1A37.5	TRAFO 1F AUTO 37,5 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 37,5 kva	U	51,92
TRT-1A50	TRAFO 1FAUTO 50 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 50 kva	U	61,87
TRT-1C5	TRAFO 1F CONV 5 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 5 kva	U	31,59
TRT-1C10	TRAFO 1F CONV 10 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 10 kva	U	31,59
TRT-1C15	TRAFO 1F CONV 15 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 15 kva	U	44,11
TRT-1C25	TRAFO 1F CONV 25 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 25 kva	U	46,32
TRT-1C37.5	TRAFO 1F CONV 37.5 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 37.5 kva	U	51,92
TRT-1C50	TRAFO 1F CONV 50 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 50 kva	U	61,87
TRT-1C75	TRAFO 1F CONV 75 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 75 kva	U	89,11
TRT-1C100	TRAFO 1F CONV 100 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 100 kva	U	99,75
TRT-3C30	TRAFO 3F CONV 30 KVA	Montaje e instalación de transformador trifásico convencional 30 kva	U	99,75
TRT-3C100	TRAFO 3F CONV 100 KVA	Montaje e instalación de transformador trifásico convencional 100 kva	U	110,38
<b>CONDUCTORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
COO-0B4	TT4ACSR	Tendido y templado de conductor ACSR # 4 AWG	Km	308,47
COO-0B2	TT2ACSR	Tendido y templado de conductor ACSR # 2 AWG	Km	338,09
COO-0B1/0	TT1/0ACSR	Tendido y templado de conductor ACSR # 1/0 AWG	Km	362,77
COO-0B2/0	TT2/0ACSR	Tendido y templado de conductor ACSR # 2/0 AWG	Km	387,44
COO-0B3/0	TT3/0ACSR	Tendido y templado de conductor ACSR # 3/0 AWG,	Km	412,12
COO-0B4/0	TT4/0ACSR	Tendido y templado de conductor ACSR # 4/0 AWG,	Km	424,46
COO-0B266	TT266CSR	Tendido y templado de conductor ACSR # 266 MCM AWG,	Km	449,14
COO-0T2X50	TT50PRE	Tendido y templado de Conductor Al. Preensamblado 2x50 + Nx50 mm <sup>2</sup>	Km	468,88
COO-0T2X70	TT70PRE	Tendido y templado de Conductor Al. Preensamblado 2x70 + Nx50 mm <sup>2</sup>	Km	481,22
<b>ALUMBRADO PUBLICO VIAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
APD-0PLAM12	LUMINARIA HG 125 W	Montaje e instalación de luminaria tipo abierta de Hg 125 W.	U	15,14
APD-0PLAM17	LUMINARIA HG 175 W	Montaje e instalación de luminaria tipo abierta de Hg 175 W.	U	15,14
APD-0PLCS100	LUMINARIA Na 100 W	Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 100 W.	U	16,22
APD-0PLCS150	LUMINARIA Na 150 W	Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 150 W.	U	17,30
APD-0PLCS250	LUMINARIA Na 250 W	Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 250 W.	U	20,54
APD-0PLCS400	LUMINARIA Na 400 W	Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 400 W.	U	21,62
APD-0OLCS100	LUMINARIA Na 100 W pre	Montaje e instalación Lum. 240 V Na 100 W en poste con red preen Autocontrol	U	18,38
APD-0OLCS250	LUMINARIA Na 250 W pre	Montaje e instalación Lum. 240 V Na 250 W en poste con red preen Autocontrol	U	21,62
APD-0OLCS400	LUMINARIA Na 400 W pre	Montaje e instalación Lum. 240 V Na 400 W en poste con red preen Autocontrol	U	22,70
APD-0OLCL180	LUMINARIA led 180 W pre	Montaje e instalación Lum. 240 V Led 180 W en poste con red preen Autocontrol	U	17,30
APD-0PLCL400	LUMINARIA led 400 W pre	Montaje e instalación Lum. 240 V Led 400 W en poste con red aérea Autocontrol	U	19,46
<b>SECCIONAMIENTO Y PROTECCION EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
SPT-1S100	S1	Montaje e instalación de Secc. 13kV 1F con seccionador fus. unipolar ab. 100	U	21,59
SPT-3S100	S3	Montaje e instalación de tres Secc. 13kV 3F con seccionador fus. unipolar ab.	U	37,33
SPT-1P10	R1	Montaje e instalación de un pararrayos Protección 13kV 1F con descargador 10	U	16,87
SPT-3P10	R3	Montaje e instalación de tres pararrayos Protección 13kV 3F con descargador	U	31,03
<b>PUESTA A TIERRA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
PT0-0DC2_1	P T	Instalación de la puesta a tierra P. a Tierra en Red Secun. Desnuda Cond. Cu Ca	U	12,15
PT0-0AC8_1	PT ACOM	Instalación de puesta a tierra en acometida	U	3,62
<b>TENSORES Y ANCLAJES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
TAT-OTS	TT	Montaje de tensor TT	U	17,37
TAT-OTD	TTD	Montaje de tensor TTD	U	20,53
TAT-OPS	TPP	Montaje de tensor TPP	U	22,90
TAT-OFs	TF	Montaje de tensor TF	U	19,74
TAT-OFD	TFD	Montaje de tensor TFD	U	21,32
TAT-OES	TE	Montaje de tensor TE	U	22,11
<b>POSTES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
PO0-0HC12_6	HPHAG	Hincada de postes de H.A. con grúa, Circular de 12m carga de rotura 600kg	U	23,04
<b>MEDIDORES EN REDES DE DISTRIBUCION</b>				
MEC-1E100	M21.1004	Instalación de Medidor 120V 1F2H - Masivo Electr. Energía Activa - 100 A For	U	10,84
MED-2E100	M21.1005	Instalación de Medidor 240V 2F3H - Masivos Electrónico. Energía Activa - 80 A	U	13,12
<b>ACOMETIDAS EN REDES DE DISTRIBUCION</b>				
ACO-0V2X6(6)	ACOPRE	Instalación Acometida Cu CONCÉNTRICO XLPE 2 x 6 + 1 x 6 mm <sup>2</sup>	U	11,41

Fuente: Autor

## 5.6 Sección de materiales

En esta parte se presentan los materiales que conforman las unidades de propiedad de acuerdo a nombres de materiales y equipos homologados

La determinación del precio se realiza conforme al análisis estadístico de precios de mercado, se determina el precio que cubre el percentil número 75 o tercer cuartil de los precios de los proveedores y a este valor se le asigna un recargo de 7% por gastos de administración de materiales.

En la siguiente tabla 5.7 se presentan algunos materiales eléctricos utilizados en las unidades de propiedad.

**Tabla 5.7:** Precios unitarios para materiales

LISTA DE MATERIALES	UNIDAD	PRECIO
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	U	7,35
Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura	M	0,08
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	U	8,51
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	U	5,55
Aislador de retenida, de porcelana, clase ANSI 54-2	U	3,32
Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	U	16,77
Aislador tipo espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-4, 15 kV	U	6,10
Aislador tipo rollo, de porcelana, clase ANSI 53-2, 0,25 kV	U	1,33
Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	U	7,78
Bloque de hormigón para anclaje, con agujero de 20 mm 1	U	8,72
Bastidor de acero galvanizado, 1 vía, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	U	2,80
Bastidor de acero galvanizado, 2 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	U	5,16
Bastidor de acero galvanizado, 3 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	U	10,38
Bastidor de acero galvanizado, 4 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	U	14,77
Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	M	1,45
Cinta aislante	U	1,12
Conductor de aluminio desnudo cableado ACSR # 1/0	M	0,89
Conductor de aluminio desnudo cableado ACSR # 2	M	0,69
Conductor de aluminio desnudo cableado ACSR # 2/0	M	1,14
Conductor de aluminio desnudo cableado ACSR # 4	M	0,41
Conductor de cobre aislado 1/0 AWG, 600V THHN	M	8,65
Conductor de cobre aislado 2 AWG, 600V THHN	M	4,34
Conductor de Cu, desnudo, 4 AWG	M	2,35
Conductor de Cu, desnudo, 2 AWG	M	3,88
Conductor de cobre aislado 2/0 AWG, 600V THHN	M	10,75
Conductor de Cu, aislado PVC 600V, Tipo TW, No.14 AWG, SOLIDO	M	0,39
Conductor de aluminio desnudo cableado ACSR # 4/0	M	2,11
Conductor concéntrico de aluminio, XLPE, 600V, 2x6+6 AWG	M	3,02
Conductor preensamblado de Al 2 x 50 + 1 x 50 mm <sup>2</sup> (Similar a: 2 x 1/0 + 1 x 1/0 AWG)	M	3,85

**Fuente:** Autor

**Tabla 5.7:** Precios unitarios para materiales

LISTA DE MATERIALES	UNIDAD	PRECIO
Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	U	10,56
Conector de aleación de Cu - Al, ranuras paralelas, con separador, dos pernos laterales	U	6,48
Ménsula de acero galvanizado, suspensión para poste (tipo ojal espiralado abierto)	U	4,91
PINZA SUSPENSIÓN AUTO AJUSTABLE PARA NEUTRO PORTANTE Nº 1/0 AWG (50 MM2)	U	4,19
Conector perno U Cu/Al, # 2-2/0	U	3,94
Conector estanco, simple dentado, principal 10 a 95 mm <sup>2</sup> (6 - 3/0 AWG), derivado 1,5 a 10 mm <sup>2</sup> (16 - 6 AWG)	U	3,13
Conector de aleación de Al, compresión tipo "H"	U	1,32
Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 400 mm (3 x 3 x 1/4 x 95")	U	78,29
Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 1 200 mm (3 x 3 x 1/4 x 47")	U	53,03
Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2 000 mm (3 x 3 x 1/4 x 79")	U	72,78
Precinto plástico	U	0,15
Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	U	14,24
Perno pin punta de poste doble de acero galvanizado, con accesorios de sujeción, 19 x 457 mm (3/4 x 18")	U	15,35
Brazo de acero galvanizado, tubular, tensor farol, 51 x 1 500 mm (2" x 59")	U	28,15
Grapa angular apemada de aleación de Al 5,08 - 15,75 mm (6 - 4/0 AWG)	U	14,03
Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	U	11,80
Grapa terminal apemada tipo pistola, de aleación de Al, 6 - 4/0 Conductor ACSR	U	14,09
Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	U	7,62
Luminaria con lámpara de alta presión Na de 150W potencia constante, con brazo para montaje en poste, 240/120V, autocontrolada	U	148,57
Luminaria con lámpara de alta presión Na de 250W potencia constante, con brazo para montaje en poste, 240/120V, autocontrolada	U	177,85
Luminaria con lámpara de alta presión Na de 400W potencia constante, con brazo para montaje en poste, 240/120V, autocontrolada	U	184,44
Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 10 kV, con desconectador	U	49,05
Grapa - horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	U	2,49
Perno de ojo de acero galvanizado, 4 tuercas 4 arandelas planas y 4 de presión, 16x254mm (5/8x10")	U	6,26
Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	U	1,34
Perno pin de acero galvanizado, rosca plastica de 50 mm, 19 x 305 mm (3/4" x 12")	U	4,91
Perno rosca corrida de acero galvanizado, 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x306mm (5/8 x 12")	U	5,26
Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 presión, de 16 x 152 mm (5/8" x 6"), ancho dentro de la "U"	U	4,98
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")	U	19,40
Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	U	6,49
Poste circular de hormigón armado de 12 m, 500 kg	U	298,80
Poste circular de hormigón armado de 10 m, 500 kg	U	258,14
Seccionador portafusible 100A-15 KV.	U	99,13
Protector de punta de cable, para red Preensablada, forma cilíndrica	U	0,60
Suelda exotérmica	U	13,60
Transformador monofásico autoprotegido, 15KVA, 13200 GRDY / 7620 V - 120 / 240 V ó 13800 GRDY	U	1514,47
Transformador monofásico autoprotegido, 25KVA, 13200 GRDY / 7620 V - 120 / 240 V ó 13800 GRDY	U	1982,17
Transformador monofásico autoprotegido, 37.5KVA, 13200 GRDY / 7620 V - 120 / 240 V ó 13800 GRDY	U	2560,11
Transformador monofásico autoprotegido, 5 KVA, 13200 GRDY / 7620 V - 120 / 240 V ó 13800 GRDY	U	1004,44
Transformador monofásico autoprotegido, 50 KVA, 13200 GRDY / 7620 V - 120 / 240 V ó 13800 GRDY	U	2726,47
Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado perno de 16 mm (5/8")	U	2,54
Varilla de anclaje de acero galvanizado, tuerca y arandela, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71")	U	11,68
Varilla de acero recubierta de Cu, para puesta a tierra, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71").	U	8,58
Varilla de armar preformada simple, para cable de Al	U	3,21
Medidor 240V, forma 13A	U	26,60
Kit de acometida bifásica para preensablado	U	20,20
Retención preformada para conductor de Al. No. 2/0 AWG	U	4,62
PINZA RETENCIÓN AUTO AJUSTABLE PARA NEUTRO PORTANTE Nº 1/0 AWG (50 MM2)	U	8,55
Tensor mecanico con perno de ojo, perno con grillete y tuerca de seguridad	U	3,45
Retención preformada para cable de acero galvanizado de 9,51 mm (3/8") de diám.	U	5,46

**Fuente:** Autor

## 5.7 Precio unitario por unidad de propiedad

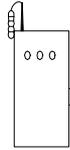
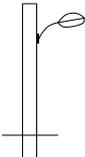
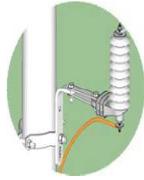
En esta parte se presenta el precio unitario de las unidades de propiedad, es decir incluye el precio de los materiales y el de mano de obra. De manera ilustrativa se presentan los precios de algunas U.P en la tabla 5.8.

**Tabla 5.8:** Precios unitarios para unidad de propiedad

UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>ESTRUCTURAS EN REDES AEREAS DE DISTRIBUCION</b>						
ESD-3ER						
						
Ítem.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	12363705	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	U	2	7,78	15,57
2	03205302	Aislador tipo rolo, de porcelana, clase ANSI 53-2, 0,25 kV	U	3	1,33	3,99
3	07050003	Basidor de acero galvanizado, 3 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	U	1	10,38	10,38
4	05300515	Retención preformada para conductor de AL No. 2/0 AWG	U	3	4,62	13,86
					<b>MATERIALES \$</b>	43,80
5	ESD-3ER	Montaje de Estructura 3 Vías Vertical Retención	U	1	12,64	12,64
					<b>MANO DE OBRA \$</b>	12,64
					<b>PRECIO UNITARIO ESD-3ER USD\$</b>	
						56,44
UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>ESTRUCTURAS EN REDES AEREAS DE DISTRIBUCION</b>						
EST-1CP						
						
Ítem.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	07240103	Perno espiga (pin) tope de poste simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 450 mm (18") de long., con accesorios de sujeción	U	1	14,24	14,24
2	05300514	Varilla de amar preformada simple, para cable de Al	U	1	3,21	3,21
3	07350256	Alambre de Al, desnudo sólido, para atadura	M	2		
4	03105504	Aislador tipo espiga (pin), de porcelana, clase ANSI 55-4, 15 kV	U	1	6,10	6,10
					<b>MATERIALES \$</b>	23,55
5	EST-1CP	Montaje de Estructura 1F Centrada Pasante 13 kV	U	1	11,06	11,06
					<b>MANO DE OBRA \$</b>	11,06
					<b>PRECIO UNITARIO EST-1CP USD\$</b>	
						34,60
UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>ESTRUCTURAS EN REDES AEREAS DE DISTRIBUCION</b>						
ESD-1PP3						
						
Ítem.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	05102082	Ménsula de acero galvanizado, suspensión para poste (tipo ojal espiralado abierto)	U	1	4,91	4,91
2	05100514	PINZA SUSPENSION AUTO AJUSTABLE PARA NEUTRO PORTANTE N° 1/0 AWG (50 MM2)	U	1	4,19	4,19
3	12363705	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	U	1	7,78	7,78
4	05302531	Recinto plástico	U	3	0,15	0,45
					<b>MATERIALES \$</b>	17,33
5	ESD-1PP3	Montaje de Estructura 1 Vía Preensamblado Pasante 3 Conductores	U	1	12,64	12,64
					<b>MANO DE OBRA \$</b>	12,64
					<b>PRECIO UNITARIO ESD-1PP3 USD\$</b>	
						29,97

Fuente: Autor

**Tabla 5.8:** Precios unitarios para unidad de propiedad

UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>TRANSFORMADORES EN REDES AEREAS DE DISTRIBUCION</b>						
<b>TRT-1A37.5</b>						
						
Item.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	04220420	Conductor de cobre aislado 1/0 AWG, 600V THHN	M	7	8,65	60,54
3	05100520	Conector perno U Cu/Al, # 2-2/0	U	3	3,94	11,83
4	01101537	Transformador monofásico autoprotegido, 37,5KVA, 13200 GRDY / 7620 V - 120 / 240 V ó 13800 GRDY	U	1	2560,11	2560,11
8	12363705	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	U	2	7,78	15,57
					MATERIALES \$	2648,05
9	TRT-1A37.5	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 37,5 kva	U	1	51,92	51,92
					MANO DE OBRA \$	51,92
					<b>PRECIO UNITARIO TRT-1A37.5 USDS</b>	<b>2.699,97</b>
UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>ALUMBRADO PUBLICO VIAL EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>						
LUMINARIA Na 250 W						
<b>APD-0PLCS400AC</b>						
						
Item.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	09101001	Luminaria con lámpara de alta presión Na de 250W potencia constante, con brazo para montaje en poste, 240/120V, autocontrolada	U	1	177,85	177,85
2	04220014	Conductor de Cu, aislado PVC 600V, Tipo TW, No.14 AWG, SOLIDO	M	7	0,39	2,72
3	05102060	Conector de aleación de Cu - Al, ranuras paralelas, con separador, dos pernos laterales	U	2	6,48	12,96
					MATERIALES \$	193,52
4		Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 250 W.	U	1	20,54	20,54
					MANO DE OBRA \$	20,54
					<b>PRECIO UNITARIO APD-0PLCS250AC USDS</b>	<b>214,06</b>
UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>SECCIONAMIENTO Y PROTECCION EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>						
<b>SPT-1P10</b>						
						
Item.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	02050510	Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 10 kV, con desconectador	U	1	49,05	49,05
2	07350145	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	U	1	5,55	5,55
3	05101510	Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	U	1	10,56	10,56
4	05052020	Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	U	1	11,80	11,80
5	04220402	Conductor de Cu, desnudo, 4 AWG	M	3	2,35	7,05
					MATERIALES \$	84,00
6	SPT-1P10	Montaje e instalación de un pararrayo Protección 13kV 1F con descargador 10kV	U	1	16,87	16,87
					MANO DE OBRA \$	16,87
					<b>PRECIO UNITARIO SPT-1P10 USDS</b>	<b>100,87</b>

Fuente: Autor

**Tabla 5.8:** Precios unitarios para unidad de propiedad

UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>SECCIONAMIENTO Y PROTECCION EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>						
SPT-1S100						
						
Item.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	05101510	Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	U	1	10,56	10,56
2	05052020	Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	U	1	11,80	11,80
3	02150010	Seccionador portafusible 100A-15 KV.	U	1	99,13	99,13
4	12051501	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 1 200 mm (3 x 3 x 1/4 x 47")	U	1	53,03	53,03
5	07000012	Perno "U" de acero galvanizado, 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 presión, de 16 x 152 mm (5/8" x 6"), ancho dentro de la "U"	U	1	4,98	4,98
6	07208004	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 700 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 27 9/16")	U	1	6,49	6,49
7	12363705	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	U	1	7,78	7,78
8	04220402	Conductor de Cu, desnudo, 4 AWG	M	3	2,35	7,05
9	07255806	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 16 x 38 mm (5/8 x 1 1/2")	U	1	1,34	1,34
					MATERIALES \$	202,15
10	SPT-1S100	Montaje e instalación de Secc. 13kV 1F con seccionador fus. unipolar ab. 100A	U	1	21,59	21,59
					MANO DE OBRA \$	21,59
					<b>PRECIO UNITARIO SPT-1S100 USD\$</b>	<b>223,74</b>
UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>CONDUCTORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>						
" CABLE PREENSAMBLADO DE ALMUNIO, XLPE, 600V, 2X50+50 MM2 " CO0-0T2X50(50)						
						
Item.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	04130003	Conductor preensamblado de Al 2 x 50 + 1 x 50 mm2 (Similar a: 2 x 1/0 + 1 x 1/0 AWG)	M	1	3,85	3,85
					MATERIALES \$	3,85
2	CO0-0T2X50(50)	Tendido y templado de Conductor Al. Preensamblado 2x50 + Nx50 mm²	U	1	468,88	468,88
					MANO DE OBRA \$	468,88
					<b>PRECIO UNITARIO CO0-0TX50(50) USD\$</b>	<b>472,73</b>
UNIDADES DE PROPIEDAD						
<b>MEDIDORES EN REDES DE DISTRIBUCION</b>						
MED-2E100_13A						
						
Item.	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	P.T.
1	07300515	Medidor 240V, forma 13A	U	1	26,60	26,60
					MATERIALES \$	26,60
2	MED-2E100_13A	Instalación de Medidor 240V 2F3H - Masivos Electrónico. Energía Activa - 80 A Forma 13A	U	1	13,12	13,12
					MANO DE OBRA \$	13,12
					<b>PRECIO UNITARIO MED-2E100_13A USD\$</b>	<b>39,72</b>

Fuente: Autor

## 5.8 Análisis de resultados de precios unitarios de mano de obra.

Al realizar el análisis de los precios unitarios obtenidos de mano de obra para unidades de propiedad y compararlos con algunas empresas eléctricas de distribución como CNEL EP, y la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A, se observa en la tabla 5.9 que algunos precios obtenidos son ligeramente mayores y otros menores.

Al realizar la comparación de precios de mano de con CNEL EP, para el caso de estructuras de baja tensión y monofásicas de media tensión el porcentaje está alrededor del +/- 6%, para estructuras de media tensión trifásicas el rango - 18% + 3%, y para conductores +15%.

**Tabla 5.9:** Cuadro comparativo de precios unitarios de mano de obra para U.P

ESTRUCTURAS EN BAJO VOLTAJE				
Código MEER	Descripción	Precio Obtenido	CNEL	SUR
ESE-1EP	Montaje de Estructura 1 Vía Vertical Pasante	9,48	8,94	10,031
ESE-1ED	Montaje de Estructura 1 Vía Vertical Doble Retención	15,00	15,59	10,793
ESTRUCTURAS EN MEDIO VOLTAJE REDES MONOFASICAS				
Código MEER	Descripción	Precio Obtenido	CNEL	SUR
EST-1CP	Montaje de Estructura 1F Centrada Pasante 13 kV	11,06	11,79	13,371
EST-1CD	Montaje de Estructura 1F Centrada Doble Retención 13 kV	15,79	15,97	17,727
ESTRUCTURAS EN MEDIO VOLTAJE REDES TRIFASICAS				
Código MEER	Descripción	Precio Obtenido	CNEL	
EST-3CA	Montaje de Estructura 3F Centrada Angular 13 kV	31,70	30,73	
EST-3CR	Montaje de Estructura 3F Centrada Retención 13 kV	27,74	32,92	
CONDUCTORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN				
Código MEER	Descripción	Precio Obtenido	CNEL	
COO-OB2	Tendido y templado de conductor ACSR # 2 AWG (por kilometro)	338,09	302,38	
COO-OB2/0	Tendido y templado de conductor ACSR # 2/0 AWG	387,44	331,42	

**Fuente:** Autor

## Conclusiones

En este trabajo se cumplieron los objetivos trazados, puesto que mediante un proceso sistemático de análisis de tiempo y micromovimientos se determinaron los tiempos estándares para la construcción de unidades de propiedad.

Los precios unitarios fueron determinados respetando los salarios mínimos sectoriales publicados por el Ministerio del Trabajo, además se adicionaron los factores de cargas sociales que el empleador debe cancelar por ley al Seguro Social.

La metodología de precios unitarios que se utilizó incentiva el rendimiento estándar del grupo de trabajo y por ende del personal que realiza el armado, montaje e instalación de las unidades constructivas.

Al realizar el estudio de medición del trabajo, mediante los registros de tiempo cronometrando las actividades de armado y montaje de las estructuras e instalación de equipos, se valoraron aquellas muestras representativas, las cuales fueron promediadas con el objetivo de homologar el tiempo de trabajo. Los tiempos excesivos que no tenían justificación fueron eliminados de la muestra, en este aspecto hay que tener pleno conocimiento del trabajo que realizan en obra los linieros y electricistas, por lo que previamente hay que asesorarse con conocimientos objetivos de construcción de redes eléctricas, en este caso el asesoramiento del ingeniero residente de obra y de otros profesionales con experiencia en la construcción de redes eléctricas, otro asesoramiento para el método del trabajo es la información del catálogo electrónico de unidades de propiedad del MEER, del portal <http://www.unidadesdepropiedad.com/>.

Al tiempo efectivo de trabajo observado se consideró las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo referente a los tiempos suplementarios, además de los tiempos de movilización interno en la obra.

Con la finalidad de obtener costos horarios reales, se determinó los días efectivamente trabajados descontando los sábados, domingo, feriados y días que el trabajador por código de trabajo se le puede otorgar libre, pero con remuneración, como por ejemplo permisos por calamidad doméstica, para este estudio los días efectivos trabajados fueron 231 días.

Se cumplió el objetivo de automatizar los cálculos para determinar los precios unitarios, esto es mediante la elaboración de aplicativo de precios unitarios para unidades de propiedad.

Al realizar un análisis de los precios para unidades de propiedad que mantiene la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, se observa que los precios calculados en este trabajo son inferiores, una de las causas posible es por la diferencia del rendimiento, el uso de nuevos materiales, como por ejemplo los aisladores siliconados que representan menor uso del tiempo, otra causa es la remuneración salarial.

## **Recomendaciones**

La metodología de cálculo de los precios unitarios puede ser utilizada haciendo la analogía correspondiente para obtener precios unitarios en subtransmisión y en redes de distribución subterránea.

Que los salarios mínimos designados por el Ministerio de trabajo, referente al sector eléctrico sean revisados puesto que son muy bajos y no reflejan la realidad del mercado laboral.

Se recomienda al Ministerio de Electricidad estandarice los precios unitarios de las unidades de propiedad a nivel país ya que las empresas de distribución mantienen diferentes criterios y por ende determinan diferentes precios para las mismas unidades de propiedad, que vale la mencionar son estándar en todo el país

## Bibliografía

- Alberto Naranjo. (2008). *Proyecto del sistema de distribución eléctrico* (primera). Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/70842391/Proyecto-Del-Sistema-de-Distribucion-Elctrico-Alberto-Naranjo>
- Arconel. (2004). Arconel, Regulación.
- Artículo 1454. (2012). Código Civil Ecuador.
- Cruelles, J. A., & Torres Barroso, C. (2013). *Ingeniería industrial: métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México, D.F.: Alfaomega : Marcombo.
- Frederick Hillier, G. J. L. (2010). *Libro Introducción a la investigación de operaciones* (novena edición).
- Inecel, U. (1980). Programa Nacional de Electrificación Rural, 1–4.
- Ing. Álvaro Beltrán Razura. (2012). *Libro de texto Costos y presupuestos*. Retrieved from [https://issuu.com/hectormartinez74/docs/costos\\_y\\_presupuestos\\_constructora\\_](https://issuu.com/hectormartinez74/docs/costos_y_presupuestos_constructora_)  
)
- LOSNCP R.O. 395. (2008). Ley Orgánica del Sistema Nacional de Compras Públicas., 11 Sección 2.
- LOSNCP R.O. 395. (2015). Ley Orgánica del Sistema Nacional de Compras Públicas., Sección 3.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil*. México.: Pearson Educación.
- Ministerio de Nicaragua. (2008). Revista Manual para la revisión de costo y presupuestos, del Ministerio de transporte e infraestructura de Nicaragua.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F.: Mc Graw-Hill Interamericana.

Registro Oficial. (1961). Registro Oficial #227.

Registro Oficial. (2006, noviembre). Registro Oficial # 401 del Ecuador.

Roberto Hernández. (1997). *Metodología de la investigación*.

Samuel Ramírez Castaño. (2004). *Libro Redes de Distribución de Energía* (Tercera Edición).

Universidad Central Argentina. (2013, March). Instituto Argentino de profesores universitarios de costos.

West Churchman, R. L. A., E. Leonard Arnoff. (1971). *Introducción a la investigación operativa*. Retrieved from <http://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/introducci%F3n-a-la-investigaci%F3n-operativa/autor/churchman-ackoff-arnoff/>

## **Glosario De Términos**

### **A**

---

**ACAR:** Conductor de Aluminio con refuerzo de aleación de aluminio.

**ACSR:** Conductor de Aluminio con refuerzo de acero.

**ANSI:** American National Standards Institute

**APA:** American Psychological Association

**ARCONEL:** Agencia de Regulación y Control de la Electricidad

**AWG:** American Wire Gauge

### **C**

---

**CNEL:** Corporación Nacional de Electricidad.

**CONELEC:** Consejo Nacional de Electricidad

**CSP:** Complete Self Proteted

### **E**

---

**EPR:** Ethylene Propilene Rubber

### **F**

---

**FCS:** Factor de Cargas Sociales

**FSR:** Factor de Salario Real

### **I**

---

**INECEL:** Instituto Ecuatoriano de Electrificación

**IRAM:** Instituto Argentino de Normalización y certificación

## **K**

---

**KV:** Kilo Voltio

**KVA:** Kilo Voltio Amperio

## **M**

---

**MCM:** Mil Circular Mils

**MEER:** Ministerio de Electricidad y Energías Renovables.

**MO:** Mano de Obra

## **N**

---

**NEC:** Código Eléctrico Nacional

**NEC:** Código eléctrico Nacional

**NEMA:** National Electrical Manufacturers Association

**NTC:** Normas técnicas colombianas

**NTE:** Normas Técnicas Ecuatorianas

## **O**

---

**OIT:** Organización Internacional del Trabajo

## **P**

---

**PAC:** Plan Anual de Contratación

**PVC:** Policloruro de vinilo

## **R**

---

**RTE:** Reglamento Técnico Ecuatoriano

## **S**

---

**SAP:** Sistema de Alumbrado Público

**SED:** Sistema Eléctrico de Distribución

**SEP:** Sistema Eléctrico de Potencia

**SRH:** Salario Real Horario

## **T**

---

**THHN:** Termoplastic High Heat Nylon

**THW:** Termoplastic High Heat and Moisture

## **U**

---

**UC:** Unidad Constructiva

**UL:** Underwriters Laboratories

**UNEPER:** Unidad Ejecutora del Plan de Electrificación Rural

**UP:** Unidad de Propiedad

## **X**

---

**XLPE:** Polietileno Reticulado

# ANEXO A

## FORMULARIO REGISTRO DE TIEMPOS

NOMBRE DE LA OBRA		PLANILLA:	
UBICACION		FECHA:	
RESIDENTE DE OBRA		VEHICULO	
OBSERVADOR:		VEHICULO	
JORNADA DE TRABAJO		CUADRILLA	
ENTRADA		DESCRIPCION	CANTIDAD
SALIDA		CAPAZ	
TIEMPO DE LONCH:		LINIERO	
TIEMPO ORGANIZACION:		AYUDANTE	
		OOPER	
		VEHICULO	

CODIGO UP	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	GRUPO	PARTE QUE INTERVIENE	MUESTRA 1 TIEMPO (MIN)			MUESTRA 2 TIEMPO (MIN)			MUESTRA 3 TIEMPO (MIN)		
				ARMADO	DISTRIBUCION MATERIAL	MOVILIZACION POSTEA POSTE	ARMADO	DISTRIBUCION MATERIAL	MOVILIZACION POSTEA POSTE	ARMADO	DISTRIBUCION MATERIAL	MOVILIZACION POSTEA POSTE
				SI	NO	TOTAL	SI	NO	TOTAL	SI	NO	TOTAL
EST-CP	Subir y bajar del poste Colocar y fijar abrazadera con espiga pin punta de poste Colocar aislador pin Armar y fijar varilla preformada											
EST-LCR	Subir y bajar del poste Colocar y fijar abrazadera simple Colocar y fijar fuerza de ojo Colocar aislador de suspensión siliconado Colocar grapa pistola											
EST-SSP	Fijar conector Subir y bajar del poste Colocar y fijar abrazadera simple Armar y colocar cruceta simple 2.4 m Colocar y fijar pie de amigo simple											
EST-1ER	Colocar y fijar perno pin Colocar aislador pin Armar y fijar varilla preformada Subir y bajar del poste Colocar y fijar abrazadera simple Armar y colocar bastidor 1 Colocar aislador rollo SS-2 Armar y fijar varilla de retención											

## ANEXO B

### CÁLCULO DE PRECIO UNITARIO MANO OBRA UP

Código MEER	Código ED	Unidad de Propiedad	Unidad	Tiempo armado	Tiempo movilización	Tiempo TOTAL	Grupo que interviene	Rendimiento Unidad / hora	Parte que interviene (pu)	Mano de Obra USD	Equipo USD	Herramientas USD		Costos indirectos USD		TOTAL USD / Unidad
												5,00%	30,00%			
EST-1-CP	UP	Montaje de Estructura 1F Centrada Pasante 13 kV	U	14	5,74	19,74	01	2,66	0,29	6,93	1,23	0,35	2,55	11,06		
EST-1-CA	UP2	Montaje de Estructura 1F Centrada Angular 13 kV	U	16	6,56	22,56	01	2,33	0,29	7,92	1,40	0,40	2,92	12,64		
EST-1-BA	UA	Montaje de Estructura 1F Bandera Angular 13 kV	U	14	5,74	19,74	01	2,66	0,29	6,93	1,23	0,35	2,55	11,06		
EST-1-BD	UPA	Armada de estructura URA	U	19	7,79	26,79	01	1,96	0,29	9,40	1,67	0,47	3,46	15,00		
EST-1-CR	UR	Montaje de Estructura 1F Centrada Retención 13 kV	U	15	6,15	21,15	01	2,48	0,29	7,42	1,32	0,37	2,73	11,85		
EST-1-CD	UP2	Montaje de Estructura 1F Centrada Doble Retención 13 kV	U	20	8,2	28,2	01	1,86	0,29	9,90	1,76	0,49	3,64	15,79		
EST-1-VP	UPV	Montaje de Estructura 1F en Voleado Pasante 13 kV	U	17	6,97	23,97	01	2,19	0,29	8,41	1,49	0,42	3,10	13,42		
EST-1-VA	UP2V	Montaje de Estructura 1F en Voleado Angular 13 kV	U	22	9,02	31,02	01	1,69	0,29	10,89	1,93	0,54	4,01	17,37		
EST-1-VR	URV	Montaje de Estructura 1F en Voleado Retención 13 kV	U	22	9,02	31,02	01	1,55	0,29	11,88	2,11	0,59	4,37	18,95		
EST-1-VD	UP2V	Montaje de Estructura 1F en Voleado Doble Retención 13 kV	U	32	13,12	45,12	01	1,16	0,29	15,84	2,81	0,79	5,83	25,27		
EST-1-SP	SC	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Pasante 13 kV	U	31	12,71	43,71	01	1,20	0,29	15,34	2,79	0,77	5,67	24,57		
EST-1-SA	SC2	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Angular 13 kV	U	38	15,58	53,58	01	0,98	0,29	18,81	3,42	0,94	6,95	30,11		
EST-1-SR	SR	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Retención 13 kV	U	38	15,58	53,58	01	0,98	0,29	18,81	3,42	0,94	6,95	30,11		
EST-1-SD	SR2	Montaje de Estructura 3F Semicentrada Doble Retención 13 kV	U	54	22,14	76,14	01	0,69	0,29	26,73	4,85	1,34	9,87	42,79		
EST-1-CP	CP	Montaje de Estructura 3F Centrada Pasante 13 kV	U	35	14,35	49,35	01	1,06	0,29	17,32	3,15	0,87	6,40	27,74		
EST-1-CA	CP2	Montaje de Estructura 3F Centrada Angular 13 kV	U	40	16,4	56,4	01	0,93	0,29	19,80	3,60	0,99	7,31	31,70		
EST-1-CR	CR	Montaje de Estructura 3F Centrada Retención 13 kV	U	35	14,35	49,35	01	1,06	0,29	17,32	3,15	0,87	6,40	27,74		
EST-1-CD	CP2	Montaje de Estructura 3F Centrada Doble Retención 13 kV	U	55	22,55	77,55	01	0,68	0,29	27,22	4,94	1,36	10,06	43,58		

ANEXO B

CÁLCULO DE PRECIO UNITARIO MANO OBRA UP

Código MEER	Código ED	Unidad de Propiedad Descripción	Unidad	Tiempo armado	Tiempo movilización	Tiempo TOTAL	Grupo que interviene	Rendimiento Unidad / hora	Parte que interviene ( pu )	Mano de Obra USD	Equipo USD	Herramientas USD		Costos Indirectos USD		TOTAL USD / Unidad
												5,00%	30,00%			
EST-3VP	VP	Montaje de Estructura 3F en Volado Pasante 13 kV	U	35	14,35	49,35	01	1,06	0,29	17,32	3,15	0,87	6,40	27,74		
EST-3VA	VP2	Montaje de Estructura 3F en Volado Angular 13 kV	U	41	16,81	57,81	01	0,91	0,29	20,29	3,69	1,01	7,50	32,49		
EST-3VR	VR	Montaje de Estructura 3F en Volado Retención 13 kV	U	38	15,58	53,58	01	0,98	0,29	18,81	3,42	0,94	6,95	30,11		
EST-3VD	VR2	Montaje de Estructura 3F en Volado Doble Retención 13 kV	U	59	24,19	83,19	01	0,63	0,29	29,20	5,30	1,46	10,79	46,75		
EST-3BA	BA	Montaje de Estructura 3F Bandera Angular 13 kV	U	25	10,25	35,25	01	1,49	0,29	12,37	2,25	0,62	4,57	19,81		
EST-3BD	BA2	Montaje de Estructura 3F Bandera Doble Retención 13 kV	U	41	16,81	57,81	01	0,91	0,29	20,29	3,69	1,01	7,50	32,49		
EST-3HR	HR	Montaje de Estructura 3F Dos Poles Retención 13 kV	U	37	15,17	52,17	01	1,01	0,48	30,52	3,33	1,53	10,61	45,98		
EST-3HD	HR2	Armada de estructura HR2	U	57	23,37	80,37	01	0,65	0,48	47,02	5,12	2,35	16,35	70,84		
ESE-1ER	DR1	Montaje de Estructura 1 Via Vertical Retención	U	12	4,92	16,92	01	3,10	0,29	5,94	1,05	0,30	2,19	9,48		
ESE-1ED	DRR1	Montaje de Estructura 1 Via Vertical Doble Retención	U	19	7,79	26,79	01	1,96	0,29	9,40	1,67	0,47	3,46	15,00		
ESE-1EP	DS1	Montaje de Estructura 1 Via Vertical Pasante	U	12	4,92	16,92	01	3,10	0,29	5,94	1,05	0,30	2,19	9,48		
ESE-2ER	DR2	Montaje de Estructura 2 Vías Vertical Retención	U	14	5,74	19,74	01	2,66	0,29	6,93	1,23	0,35	2,55	11,06		
ESE-2EP	DS2	Montaje de Estructura 2 Vías Vertical Pasante	U	13	5,33	18,33	01	2,86	0,29	6,43	1,14	0,32	2,37	10,27		
ESD-2ED	DRR2	Montaje de Estructura 2 Vías Vertical Doble Retención	U	21	8,61	29,61	01	1,77	0,29	10,39	1,84	0,52	3,83	16,58		
ESD-3ER	DR3	Montaje de Estructura 3 Vías Vertical Retención	U	16	6,56	22,56	01	2,33	0,29	7,92	1,40	0,40	2,92	12,64		
ESD-3ED	DRR3	Montaje de Estructura 3 Vías Vertical Doble Retención	U	24	9,84	33,84	01	1,55	0,29	11,88	2,11	0,59	4,37	18,95		
ESD-3EP	DS3	Montaje de Estructura 3 Vías Vertical Pasante	U	16	6,56	22,56	01	2,33	0,29	7,92	1,40	0,40	2,92	12,64		
ESD-4ER	DR4	Montaje de Estructura 4 Vías Vertical Retención	U	18	7,38	25,38	01	2,07	0,29	8,91	1,58	0,45	3,28	14,21		
ESD-4ED	DRR4	Montaje de Estructura 4 Vías Vertical Doble Retención	U	30	12,3	42,3	01	1,24	0,29	14,85	2,63	0,74	5,47	23,69		
ESD-4EP	DS4	Montaje de Estructura 4 Vías Vertical Pasante	U	18	7,38	25,38	01	2,07	0,29	8,91	1,58	0,45	3,28	14,21		
ESD-1PP3	KS	Montaje de Estructura 1 Via Preensamblado Pasante 3 Conductores	U	16	6,56	22,56	01	2,33	0,29	7,92	1,40	0,40	2,92	12,64		
ESD-1PA3	KA	Montaje de Estructura 1 Via Preensamblado Angular 3 Conductores	U	13	5,33	18,33	01	2,86	0,29	6,43	1,14	0,32	2,37	10,27		
ESD-1PR3	KR	Montaje de Estructura 1 Via Preensamblado Retención 3 Conductores	U	17	6,97	23,97	01	2,19	0,29	8,41	1,49	0,42	3,10	13,42		
ESD-1PB3	2KR	Montaje de Estructura 1 Via Preensamblado Doble Retención 3 Conductores	U	23	6,56	28,75	01	1,83	0,29	10,09	1,79	0,50	3,72	16,10		

## ANEXO B

### CÁLCULO DE PRECIO UNITARIO MANO OBRA UP

Código MEER ID_UP_UC	Código ED	Unidad de Propiedad Descripción	Unidad	Tiempo armado	Tiempo movilización	Tiempo TOTAL	Grupo que interviene	Rendimiento Unidad / hora	Parte que interviene (pu)	Mano de Obra USD	Equipo USD	Herramientas USD		Costos indirectos USD		TOTAL USD / Unidad
												5,00%	30,00%	5,00%	30,00%	
TAT-OTS	TT	Montaje de tensor TT	U	22	9,02	31,02	01	1,69	0,29	10,89	1,93	0,54	4,01	17,37		
TAT-OTD	TTD	Montaje de tensor TTD	U	26	10,66	36,66	01	1,43	0,29	12,87	2,28	0,64	4,74	20,53		
TAT-OPS	TPP	Montaje de tensor TPP	U	29	11,89	40,89	01	1,28	0,29	14,35	2,55	0,72	5,28	22,90		
TAT-OPS	TF	Montaje de tensor TF	U	25	10,25	35,25	01	1,49	0,29	12,37	2,19	0,62	4,56	19,74		
TAT-OFD	TFD	Montaje de tensor TFD	U	27	11,07	38,07	01	1,38	0,29	13,36	2,37	0,67	4,92	21,32		
TAT-OES	TE	Montaje de tensor TE	U	28	11,48	39,48	01	1,33	0,29	13,86	2,46	0,68	5,10	22,11		
TRT-1A5	TRAF0 IF AUTO 5 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 5 kva	U	36	14,76	50,76	01	1,03	0,29	17,82	5,59	0,88	7,29	31,59		
TRT-1A10	TRAF0 IF AUTO 10 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 10kva	U	36	14,76	50,76	01	1,03	0,29	17,82	5,59	0,88	7,29	31,59		
TRT-1A15	TRAF0 IF AUTO 15 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 15kva	U	40	16,4	56,4	01	0,93	0,38	26,40	6,22	1,32	10,18	44,11		
TRT-1A25	TRAF0 IF AUTO 25 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 25 kva	U	42	17,22	59,22	01	0,89	0,38	27,72	6,53	1,39	10,69	46,32		
TRT-1A37.5	TRAF0 IF AUTO 37.5 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 37.5 kva	U	47	19,27	66,27	01	0,79	0,38	31,02	7,37	1,55	11,98	51,92		
TRT-1A50	TRAF0 IFAUTO 50 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico autoprotegido 50 kva	U	56	22,96	78,96	01	0,66	0,38	36,96	8,79	1,85	14,28	61,87		
TRT-1C5	TRAF0 IF CONV 5 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 5 kva	U	36	14,76	50,76	01	1,03	0,29	17,82	5,59	0,88	7,29	31,59		
TRT-1C10	TRAF0 IF CONV 10 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 10 kva	U	36	14,76	50,76	01	1,03	0,29	17,82	5,59	0,88	7,29	31,59		
TRT-1C15	TRAF0 IF CONV 15 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 15 kva	U	40	16,4	56,4	01	0,93	0,38	26,40	6,22	1,32	10,18	44,11		
TRT-1C25	TRAF0 IF CONV 25 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 25 kva	U	42	17,22	59,22	01	0,89	0,38	27,72	6,53	1,39	10,69	46,32		
TRT-1C37.5	TRAF0 IF CONV 37.5 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 37.5 kva	U	47	19,27	66,27	01	0,79	0,38	31,02	7,37	1,55	11,98	51,92		
TRT-1C50	TRAF0 IF CONV 50 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 50 kva	U	56	22,96	78,96	01	0,66	0,38	36,96	8,79	1,85	14,28	61,87		

## ANEXO B

### CÁLCULO DE PRECIO UNITARIO MANO OBRA UP

Código MEER ID. UP-UC	Código ED	Unidad de Propiedad Descripción	Unidad	Tiempo armado	Tiempo movilización	Tiempo TOTAL	Grupo que interviene	Rendimiento Unidad / hora	Parte que interviene ( pu )	Mano de Obra USD	Equipo USD	Herramientas USD	Costos Indirectos USD		TOTAL USD / Unidad
													30,00%	5,00%	
TRT-1C75	TRAF01F CONV 75 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 75 kva	U	67	27,47	94,47	01	0,56	0,48	55,27	10,51	2,76	20,56	89,11	
TRT-1C100	TRAF01F CONV 100 KVA	Montaje e instalación de transformador monofásico convencional 100 kva	U	75	30,75	105,75	01	0,50	0,48	61,87	11,77	3,09	23,02	99,75	
TRT-3C30	TRAF03F CONV 30 KVA	Montaje e instalación de transformador trifásico convencional 30 kva	U	75	30,75	105,75	01	0,50	0,48	61,87	11,77	3,09	23,02	99,75	
TRT-3C100	TRAF03F CONV 100 KVA	Montaje e instalación de transformador trifásico convencional 100 kva	U	83	34,03	117,03	01	0,45	0,48	66,47	13,02	3,42	25,47	110,38	
APD-OPLAM125AC	LUMINARIA HG 125 W	Montaje e instalación de luminaria tipo abierta de Hg	U	14	5,74	19,74	01	2,66	0,29	6,93	4,37	0,35	3,49	15,14	
APD-OPLAM175AC	LUMINARIA HG 175 W	Montaje e instalación de luminaria tipo abierta de Hg	U	14	5,74	19,74	01	2,66	0,29	6,93	4,37	0,35	3,49	15,14	
APD-OPLCS100AC	LUMINARIA Na 100 W	Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 100 W	U	15	6,15	21,15	01	2,46	0,29	7,42	4,68	0,37	3,74	16,22	
APD-OPLCS150AC	LUMINARIA Na 150 W	Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 150 W	U	16	6,56	22,56	01	2,33	0,29	7,92	4,99	0,40	3,99	17,30	
APD-OPLCS250AC	LUMINARIA Na 250 W	Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 250 W	U	19	7,79	26,79	01	1,96	0,29	9,40	5,93	0,47	4,74	20,54	
APD-OPLCS400AC	LUMINARIA Na 400 W	Montaje e instalación de luminaria tipo cerrada de Na 400 W	U	20	8,2	28,2	01	1,86	0,29	9,90	6,24	0,49	4,99	21,62	
APD-OOLCS100AC pre	LUMINARIA Na 100 W	Montaje e instalación Lum. 240 V Na 100 W en poste con red preen Autocontrolada pot. cie. C	U	17	6,97	23,97	01	2,19	0,29	8,41	5,30	0,42	4,24	18,38	
APD-OOLCS250AC pre	LUMINARIA Na 250 W	Montaje e instalación Lum. 240 V Na 250 W en poste con red preen Autocontrolada pot. cie. C	U	20	8,2	28,2	01	1,86	0,29	9,90	6,24	0,49	4,99	21,62	
APD-OOLCS400AC pre	LUMINARIA Na 400 W	Montaje e instalación Lum. 240 V Na 400 W en poste con red preen Autocontrolada pot. cie. C	U	21	8,61	29,61	01	1,77	0,29	10,39	6,55	0,52	5,24	22,70	
APD-OOLCL180AC pre	LUMINARIA led 180 W	Montaje e instalación Lum. 240 V Led 180 W en poste con red preen Autocont. pot. cie. C	U	16	6,56	22,56	01	2,33	0,29	7,92	4,99	0,40	3,99	17,30	
APD-OPLCL400AC pre	LUMINARIA led 400 W	Montaje e instalación Lum. 240 V Led 400 W en poste con red aérea Autocontrolada pot. cie. C	U	18	7,38	25,38	01	2,07	0,29	8,91	5,62	0,45	4,49	19,46	

## ANEXO B

### CÁLCULO DE PRECIO UNITARIO MANO OBRA UP

Código MEER ID. UP-UC	Código ED	Unidad de Propiedad Descripción	Unidad	Tiempo armado	Tiempo inmovilización	Tiempo TOTAL	Grupo que interviene	Rendimiento Unidad / hora	Parté que interviene ( pu )	Mano de Obra USD	Equipo USD	Herramientas USD		Costos Indirectos USD		TOTAL USD / Unidad
												5,00%	30,00%	30,00%	30,00%	
SPT-IS100	S1	Montaje e instalación de Sec. 13kV 1F con seccionador fus. unipolar ab. 100A	U	27	11,07	38,07	01	1,38	0,29	13,36	2,58	0,67	4,98			21,59
SPT-3S100	S3	Montaje e instalación de tres Sec. 13kV 3F con seccionador fus. unipolar ab. 100A	U	47	19,27	66,27	01	0,79	0,29	23,26	4,29	1,16	8,61			37,33
SPT-1P10	R1	Montaje e instalación de un pararrayo Protección 13kV 1F con descargador 10kV	U	21	8,61	29,61	01	1,77	0,29	10,39	2,06	0,52	3,89			16,87
SPT-3P10	R3	Montaje e instalación de tres pararrayos Protección 13kV 3F con descargador 10kV	U	39	15,99	54,99	01	0,95	0,29	19,30	3,60	0,97	7,16			31,03
PTD-DC2_1	PT	Instalación de la puesta a tierra P. a Tierra en Red Secur. Desnuda Cond. Cu.Cal. 2 AWG 1 Var	U	15	6,15	21,15	01	2,48	0,29	7,42	1,55	0,37	2,80			12,15
	EPAN	Excavación para postes y anclas, terreno normal.	U	30	7,8	37,8	04	1,39	1,00	7,17	0,00	0,36	2,26			9,79
	EPASD	Excavación para postes y anclas, terreno semiduro	U	60	15,6	75,6	04	0,69	1,00	14,34	0,00	0,72	4,52			19,58
	EPAD	Excavación para postes y anclas, terreno duro	U	90	23,4	113,4	04	0,46	1,00	21,52	0,00	1,08	6,78			29,37
	CAAC	Colocación de anclas	U	12	3,12	15,12	01	3,47	0,19	3,54	0,00	0,18	1,11			4,83
CO0-0B4	TT4ACSR	Tendido y templeado de conductor ACSR# 4 AWG	Km	125	51,25	176,25	01	0,30	1,00	214,47	12,09	10,72	71,19			308,47
CO0-0B2	TT2ACSR	Tendido y templeado de conductor ACSR# 2 AWG	Km	137	56,17	193,17	01	0,27	1,00	235,06	13,25	11,75	78,02			338,09
CO0-0B1/0	TT10ACSR	Tendido y templeado de conductor ACSR# 10 AWG	Km	147	60,27	207,27	01	0,25	1,00	252,22	14,22	12,61	83,72			362,77
CO0-0B2/0	TT20ACSR	Tendido y templeado de conductor ACSR# 20 AWG	Km	157	64,37	221,37	01	0,24	1,00	269,38	15,19	13,47	89,41			387,44
CO0-0B3/0	TT30ACSR	Tendido y templeado de conductor ACSR# 30	Km	167	68,47	235,47	01	0,22	1,00	286,54	16,15	14,33	95,11			412,12
CO0-0B4/0	TT40ACSR	Tendido y templeado de conductor ACSR# 40	Km	172	70,52	242,52	01	0,22	1,00	295,12	16,64	14,76	97,95			424,46
CO0-0B266	TT266CSR	Tendido y templeado de conductor ACSR# 266 MCM	Km	182	74,62	256,62	01	0,20	1,00	312,27	17,61	15,61	103,66			449,14
CO0-0T2X50(50)	TT50PRE	Tendido y templeado de Conductor AL. Prensambado 2x50 + Nx50 mm <sup>2</sup>	Km	190	77,9	267,9	01	0,20	1,00	326,00	18,38	16,30	108,20			468,88
CO0-0T2X70(60)	TT70PRE	Tendido y templeado de Conductor AL. Prensambado 2x70 + Nx60 mm <sup>2</sup>	Km	195	79,95	274,95	01	0,19	1,00	334,58	18,86	16,73	111,05			481,22
	DZB	Desbroce, zona buena	Km	120	31,2	151,2	06	0,35	1,00	34,77	0,00	1,74	10,95			47,46
	DZN	Desbroce, zona normal	Km	360	93,6	453,6	06	0,12	1,00	104,30	0,00	5,21	32,85			142,37
	DZM	Desbroce, zona mala	Km	600	156	756	06	0,07	1,00	173,83	0,00	8,69	54,76			237,28
PO0-0HC12_600	FFHAG	Hincada de postes de H.A. con grúa, Circular de 12m carga de ruina 600kg	U	19	7,79	26,79	02	1,96	1,00	11,31	5,85	0,57	5,32			23,04

## ANEXO B

### CÁLCULO DE PRECIO UNITARIO MANO OBRA UP

Código MEER	Código	Unidad de Propiedad		Tiempo armado	Tiempo movilización	Tiempo TOTAL	Grupo que interviene	Rendimiento Unidad / hora	Parte que interviene (pu)	Mano de Obra		Equipo		Herramientas USD		Costos Indirectos USD		TOTAL USD / Unidad
		Descripción	Unidad							USD	USD	USD	USD	30,00%	30,00%			
	ED		Km	240	98,4	338,4	07	0,16	1,00	131,37	28,39	6,57	49,90	216,24				
	PE	Prueba de Energización a la Red																
	PEI	Prueba de Energización por Transformador	U	49	20,09	69,09	07	0,76	0,50	13,41	9,59	0,67	7,10	30,77				
		Instalación de Medidor 120V 1F2H - Masivo Electr. Energía Activa - 100 A, Forma 1A	U	19	7,79	26,79	05	1,96	1,00	5,80	2,25	0,29	2,50	10,84				
MEC-1E100_1A	ME1.1004	Instalación de Medidor 240V 2F3H - Masivos Electrónico. Energía Activa - 80 A, Forma 13A	U	23	9,43	32,43	05	1,62	1,00	7,02	2,72	0,35	3,03	13,12				
MED-2E100_13A	ME1.1005	Instalación Acometida Cu. CONCENTRICO X LPE 2 x 6 + 1 x 6 mm <sup>2</sup>	U	20	8,2	28,2	05	1,86	1,00	6,10	2,37	0,31	2,63	11,41				
ACC-01/2X6(6)	ACOPRE																	

**ANEXO C**  
**ARCHIVO FOTOGRAFICO**  
**CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN**





Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Viteri Magrovejo, Fernando David**, con C.C: #0705285880 autor(a) del trabajo de titulación **“Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13.8 KV”**, previo a la obtención del grado de **INGENIERO EN ELÉCTRICO-MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de Septiembre del 2016

f. \_\_\_\_\_  
Nombre: Viteri Magrovejo, Fernando David  
C.C: 0705285880

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	“Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13.8 KV”,		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Viteri Magrovejo, Fernando David		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Gallardo Posligua, Jacinto Esteban		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Eléctrico-Mecánica		
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Eléctrico-Mecánica		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	16 de Septiembre del 2016	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	137
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Sistema de distribución de Eenergía Eléctrica, Áreas comerciales y técnicas		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	ESTUDIO DEL TRABAJO, METOLOGÍA DESCRIPTIVA, METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN DEL TIEMPO Y DE LOS MICROMOVIMIENTOS, DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):			
<p>La presente tesis es una propuesta académica para la estandarización de los precios unitarios en la construcción de redes eléctricas de distribución aérea, para unidades de propiedad a 13.8KV homologadas por el Ministerio de Electricidad, ya que hasta la fecha persiste el problema de que las empresas eléctricas de distribución mantienen diferentes precios para la misma unidad constructiva. El objetivo principal es determinar los precios unitarios estándares para la elaboración de presupuestos de proyectos de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13,8KV, para esto es necesario establecer específicamente precios para la mano de obra y del material que se utilizan en las unidades de propiedad. Para el desarrollo de la tesis se utiliza la metodología de la investigación científica, basada en el estudio y medición del trabajo por medio de las técnicas del estudio de tiempos y de micromovimientos, que luego del análisis de la información se determinan los tiempos estándares para las unidades de propiedad, que son procesados mediante un aplicativo informático elaborado en este proyecto y que facilita la automatización del cálculo. En conclusión, los precios unitarios obtenidos para la mano de obra respetan los salarios mínimos, las recomendaciones de la Organización Internacional del Trabajo y la teoría general del costo, son económicamente sustentables, y los de materiales respetan las reglas del mercado, por lo que los resultados pueden ser considerados como una propuesta de estandarización de precios unitarios para las unidades de propiedad.</p>			



**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



**SENESCYT**  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 072922826; 0988497769	E-mail: <a href="mailto:fernando.viteri@cu.ucsg.edu.ec">fernando.viteri@cu.ucsg.edu.ec</a> / <a href="mailto:fernan_vit@hotmail.com">fernan_vit@hotmail.com</a>
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Philco Asqui, Luis Orlando	
	<b>Teléfono:</b> 0980960875	
	<b>E-mail:</b> Luis.philco@cu.ucsg.edu.ec/orlandophilcoco07@gmail.com	

<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>	
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	