

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Eléctrico*

PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE INVESTIGATIVO:

**“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN
DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREAS, EN MEDIO
VOLTAJE Y TENDIDO DE CONDUCTOR, PARA VALIDACIÓN DE LOS
PRECIOS UNITARIOS”**

AUTOR:

BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA

TUTOR:

ING. FREDDY FERNANDO CAMPOVERDE ARMIJOS

CUENCA - ECUADOR

2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Byron Adrian Méndez Silva con documento de identificación N° 0106564461, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREAS, EN MEDIO VOLTAJE Y TENDIDO DE CONDUCTOR, PARA VALIDACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Eléctrico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, agosto del 2020



Byron Adrian Méndez Silva

C.I. 0106564461

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREAS, EN MEDIO VOLTAJE Y TENDIDO DE CONDUCTOR, PARA VALIDACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS”**, realizado por Byron Adrian Méndez Silva, obteniendo el *Proyecto Técnico con Enfoque Investigativo*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, agosto del 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Freddy Campoverde', with a large circular flourish at the end.

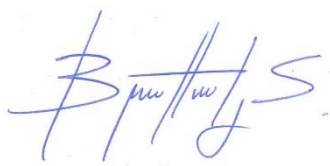
Ing. Freddy Fernando Campoverde Armijos

C.I. 0102339470

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Byron Adrian Méndez Silva con documento de identificación N° 0106564461, autor del trabajo de titulación: **“ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREAS, EN MEDIO VOLTAJE Y TENDIDO DE CONDUCTOR, PARA VALIDACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico con Enfoque Investigativo* es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, agosto del 2020



Byron Adrian Méndez Silva

C.I. 0106564461

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación se lo dedico a mis hermanos y en particular a mi madre, quien ha sido el pilar fundamental para enseñarnos el valor del trabajo, la honradez, la unión en familia y quien ha sido un ejemplo de vida. De manera especial a mi esposa que ha estado en los últimos años apoyándome en mis triunfos y fracasos, siendo mi compañera de vida y a mi hija que con su sola presencia me impulsa a ser mejor padre y persona.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mi madre, por darme la vida y forjar mi camino con sus enseñanzas, gracias a su esfuerzo y apoyo incondicional he podido cumplir una meta que me sirva como herramienta en la vida profesional.

Gracias a mi esposa e hija que son parte fundamental de mi vida hoy en día, gracias a mis hermanos por brindarme su apoyo y consejos en distintos momentos de la vida que necesite.

Al Ing. Freddy Campoverde, por permitirme estar bajo su tutela en este proyecto de titulación y poder brindarme sus aportes y conocimiento.

Agradezco de manera especial a la Universidad Politécnica Salesiana por la acogida y a mis profesores que me brindaron sus enseñanzas.

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación, se ha elaborado una herramienta que, por medio de una hoja de cálculo y el Análisis de Precios Unitarios APU, incorpora la posibilidad de elegir tipos de estructuras, tensores, luminarias, seccionamiento, transformadores, medidores, postes, excavaciones, conductor y la puesta a tierra; teniendo como resultado el desglose de estructuras por poste, donde se incluye el total de mano de obra, materiales, transporte, y obviamente, el APU individual e integral del proyecto. Esta aplicación está orientada para el empleo por Ingenieros Eléctricos que realicen obras y servicios encaminados a la contratación pública y privada en Redes Aéreas de Distribución.

Como complemento del trabajo investigativo, se entregará los tiempos de montaje de cada estructura y el análisis del montaje integral por poste de las redes de distribución eléctrica en Medio Voltaje MV a 22 kV y Bajo Voltaje BV a 220/127 V, con los posibles tiempos de ejecución total de la obra, lo que permitirá solventar el análisis de rendimientos y de tiempos con el replanteo, construcción y liquidación de obras. Todo ello se ha conseguido a través de un proceso metodológico, por la medición de tiempos mediante micromovimientos, el cálculo de rendimientos y la posterior obtención de los precios unitarios.

Debido a la diversidad de alternativas de aplicación y uso de estructuras que pueden establecerse en la Homologación de las Unidades de Propiedad UP y Unidades de Construcción UC del Sistema de Distribución Eléctrica publicado por el anterior Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER, hoy en día unificado en el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No

Renovables MERNNR, se ha optado por realizar el Análisis de Precios Unitarios de la configuración de las estructuras que, por su condición mecánica y eléctrica del medio, son de las más utilizadas por la empresa eléctrica concesionada en la región, denominada EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. CENTROSUR.

ABSTRACT

In the present graduate work, a tool has been developed which, by means of a spreadsheet and Unit Price Analysis UPA, incorporates the possibility of choosing types of structures, tensioners, luminaires, switching, transformers, meters, poles, diggings, conductors and grounding; resulting in the disaggregation of structures by pole, which includes the total labor, materials, transportation, and, obviously, the individual and comprehensive UPA of the project. This application is intended for use by electrical engineers engaging in works and providing services aimed at public and private procurement in the field of aerial distribution grids.

Complementing the research work, the assembly times of each structure and the analysis of the integral mounting per pole of the electrical distribution grids in Medium Voltage MV at 22 kV and Low Voltage LV at 220/127 V will be delivered with the possible times for the total execution of the work, which will enable to carry out the performance and time analysis with the layout, construction and reception of works. All of this has been achieved through a methodological process, by measuring times by means of micro movements, yield calculation, and the subsequent collection of unit prices.

Due to the diversity of alternatives for implementation and use of structures that can be established in the type-approval of Asset Units AU and Stocktake Units SU of the Electric Distribution System published by the former Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER, today named Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables MERNNR [Ministry of Energy and Non-Renewable Natural Resources], it has been decided to perform the analysis of unit prices of

the configuration of the structures that, because of their mechanical and electrical condition, are widely used by the electricity company licensed in the region, the company name is EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. CENTROSUR [Centro Sur Regional Electricity Company LLC].

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xv
INTRODUCCIÓN	xviii
OBJETIVOS	xix
Objetivo general.....	xix
Objetivos específicos	xix
NOMENCLATURA.....	xx
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Sistema Eléctrico de Distribución SED	2
1.2.1 Componentes del SED	2
1.2.2 Empresas Distribuidoras en el Ecuador	3
1.3 Unidades de Propiedad y Construcción en el Sistema Eléctrico de Distribución.....	4
1.3.1 Unidades de Propiedad UP	5
1.3.2 Unidades de Construcción UC.....	5
1.3.3 Estructura del identificador nemotécnico de las UP y UC	5
1.4 Análisis de Precios Unitarios APU	9
1.4.1 Mano de obra	10
1.4.2 Presupuesto de la obra	11
1.4.2.1 Costos directos	11
1.4.2.2 Costos indirectos.....	13
1.5 Ejecución de la obra.....	16
1.5.1 Tiempo de ejecución.....	16
1.5.2 Replanteo	17

1.5.2.1	Responsabilidad del replanteo	17
1.5.3	Estudio de trabajo	18
1.5.3.1	Técnicas del estudio del trabajo.....	18
1.5.3.2	Estudio de métodos	19
1.5.3.3	Medición del trabajo	23
1.5.4	Análisis de rendimientos de tiempos	24
1.5.4.1	Elementos del estudio de tiempos.....	25
1.5.4.2	Estudio de tiempos por cronómetro	26
1.5.5	Metodología para la toma de tiempos.....	28
1.5.5.1	Selección del trabajo	28
1.5.5.2	Selección de los trabajadores	28
1.5.5.3	Calcular el tamaño de la muestra	28
1.5.5.4	Calcular del tiempo estándar.....	31
1.5.5.5	Costo unitario de mano de obra	36
1.5.5.6	Costo unitario de trabajo	39
CAPÍTULO II: MEDICIÓN DE TIEMPOS Y CÁLCULO DE RENDIMIENTOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA		47
2.1	Descripción general	47
2.2	Cálculo para el tamaño de muestras.....	48
2.2.1	Cálculo de muestras para las unidades de propiedad.....	48
2.2.2	Cálculo de muestras para el número de tiempos.....	50
2.3	Tiempos de armado de los elementos por poste	50
2.4	Cálculo del tiempo estándar.....	56
2.5	Cálculo de precios unitarios.....	59
2.5.1	Cálculo de rendimientos	59
2.5.2	Cálculo del precio unitario de mano de obra	62
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROGRAMA.....		68
3.1	Descripción general	68
3.2	Sección de base de datos.....	68
3.3	Sección de unidades de propiedad y construcción UP-UC.....	70
3.4	Sección de materiales.....	74
3.5	Sección de inicio	75

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
4.1 Descripción	80
4.2 Análisis de resultados	80
4.2.1 Alumbrado Público	80
4.2.2 Estructuras monofásicas en MV	81
4.2.3 Estructuras trifásicas en MV	82
4.2.4 Estructuras en BV	83
4.2.5 Puesta a Tierra.....	84
4.2.6 Tensores y Anclajes	84
4.2.7 Seccionamiento y Protección.....	85
4.2.8 Transformadores	86
4.2.9 Medidores	87
4.2.10 Postes	88
4.2.11 Excavaciones.....	89
4.2.12 Conductores	90
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	94
LISTA DE REFERENCIAS	96
ANEXOS	98
ANEXO 1: FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS EN LA OBRA DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS	98
ANEXO 2: MICROMOVIMIENTOS.....	99
ANEXO 3: TIEMPOS DE ARMADO REGISTRADOS EN CAMPO PARA CADA UP-UC	101
ANEXO 4: DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS ESTÁNDAR.....	108
ANEXO 5: DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS.....	112
ANEXO 6: CÁLCULO DEL SALARIO HORA TOTAL.....	116
ANEXO 7: DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS	118
ANEXO 8: MATERIALES	121
ANEXO 9: ARCHIVO FOTOGRÁFICO	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del identificador nemotécnico [1]	5
Figura 2. Costos que intervienen en el precio unitario [10].....	16
Figura 3. Técnicas del estudio de trabajo [14].....	19
Figura 4. Estudio de métodos [14].....	20
Figura 5. Procedimiento básico para la medición del trabajo [14]	23
Figura 6. Distribución normal [14].....	29
Figura 7. Secuencia para obtener el tiempo estándar [10].....	31
Figura 8. Ingreso de datos.....	75
Figura 9. Precios unitarios comparativos para alumbrado público.....	81
Figura 10. Precios unitarios comparativos para estructuras monofásicas en MV	81
Figura 11. Precios unitarios comparativos para estructuras trifásicas en MV	82
Figura 12. Precios unitarios comparativos para estructuras en BV	83
Figura 13. Precios unitarios comparativos para puesta a tierra	84
Figura 14. Precios unitarios comparativos para tensores y anclajes.....	85
Figura 15. Precios unitarios comparativos para seccionamiento y protección	86
Figura 16. Precios unitarios comparativos para transformadores	87
Figura 17. Precios unitarios comparativos para medidores	88
Figura 18. Precios unitarios comparativos para postes.....	88
Figura 19. Precios unitarios comparativos para excavaciones.....	89
Figura 20. Precios unitarios comparativos para conductores.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Empresas Eléctricas de Distribución en el Ecuador [13]	4
TABLA 2. Equivalencias del primer campo de la UP [1]	6
TABLA 3. Equivalencias del segundo campo de la UP [1]	6
TABLA 4. Rangos usuales de costos indirectos [10] [11].....	15
TABLA 5. Therbligs efectivos [14].....	21
TABLA 6. Therbligs no efectivos [14].....	22
TABLA 7. Calificación del desempeño con el sistema de valoración Westinghouse [10]	33
TABLA 8. Valoración del ritmo de trabajo con la escala de valoración Británica [10].....	33
TABLA 9. Concesiones OIT para suplementos [10].....	36
TABLA 10. Grupos, cuadrillas y recursos para obras de redes eléctricas [10]	37
TABLA 11. Salario mínimo sectorial No.14.....	41
TABLA 12. Descripción de las prestaciones y derechos para el salario mensual	43
TABLA 13. Herramientas y equipos	45
TABLA 14. Factor de distancia [11]	46
TABLA 15. Valores estandarizados para los niveles de confianza más usados.....	48
TABLA 16. Cantidad de elementos por UP y número de muestras requeridas	49
TABLA 17. Tiempos de armado para cada UC.....	51
TABLA 18. Tabla de micromovimientos	52
TABLA 19. Cantidad de elementos por UP y número de muestras medidas.....	53
TABLA 20. Elementos adicionales medidos.....	54
TABLA 21. Porcentajes de tiempos suplementarios de movilización	56
TABLA 22. Porcentajes de tiempos suplementarios de movilización para excavaciones	56
TABLA 23. Porcentajes de concesiones por la OIT.....	56
TABLA 24. Porcentajes de concesiones de la OIT por peso.....	57
TABLA 25. Cálculo del tiempo estándar	58
TABLA 26. Cuadrillas de trabajo	59
TABLA 27. Cálculo de rendimientos	61
TABLA 28. Salario mínimo sectorial para el personal calificado.....	62
TABLA 29. Salario hora total para Ingeniero Eléctrico	64
TABLA 30. Mano de obra de la ESV-3SR.....	65
TABLA 31. Porcentajes de costos directos e indirectos para el análisis de PU	66
TABLA 32. PU de los elementos por poste.....	66

TABLA 33. Lista de materiales	74
TABLA 34. Ingreso de datos	78
TABLA 35. Resultados de obra.....	78
TABLA 36. Precios unitarios comparativos para alumbrado público	80
TABLA 37. Precios unitarios comparativos para estructuras monofásicas en MV	81
TABLA 38. Precios unitarios comparativos para estructuras trifásicas en MV	82
TABLA 39. Precios unitarios comparativos para estructuras en BV	83
TABLA 40. Precios unitarios comparativos para puesta a tierra.....	84
TABLA 41. Precios unitarios comparativos para tensores y anclajes	85
TABLA 42. Precios unitarios comparativos para seccionamiento y protección	86
TABLA 43. Precios unitarios comparativos para transformadores	86
TABLA 44. Precios unitarios comparativos para medidores	87
TABLA 45. Precios unitarios comparativos para postes	88
TABLA 46. Precios unitarios comparativos para excavaciones.....	89
TABLA 47. Precios unitarios comparativos para conductores.....	90
TABLA 48. Formulario para el registro de tiempos.....	98
TABLA 49. Micromovimientos usados en la obra de redes eléctricas aéreas.....	99
TABLA 50. Registro de tiempos para estructuras trifásicas en MV	101
TABLA 51. Registro de tiempos para estructuras en BV.....	102
TABLA 52. Registro de tiempos para medidores.....	103
TABLA 53. Registro de tiempos para excavaciones	103
TABLA 54. Registro de tiempos para estructuras monofásicas en MV	104
TABLA 55. Registro de tiempos para postes	104
TABLA 56. Registro de tiempos para tensores y anclajes	105
TABLA 57. Registro de tiempos para transformadores	105
TABLA 58. Registro de tiempos para seccionamiento y protección.....	106
TABLA 59. Registro de tiempos para puesta a tierra.....	106
TABLA 60. Registro de tiempos para alumbrado público	107
TABLA 61. Registro de tiempos para conductor	107
TABLA 62. Tiempos estándar de las UP-UC.....	108
TABLA 63. Rendimientos de las UP-UC.....	112
TABLA 64. Salario hora total para Maestro Liniero y Operador de Grúa.....	116
TABLA 65. Salario hora total para Liniero y Electricista	116

TABLA 66. Salario hora total para Ayudante	117
TABLA 67. PU de las UP-UC.....	118
TABLA 68. Lista de materiales	121

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo contempla en el primer capítulo “Fundamentos Teóricos”, la recopilación de toda la información necesaria referida al tema del proyecto. Se obtuvo información bibliográfica sobre los diferentes tipos de materiales de redes de distribución más utilizados en la región, la CENTROSUR y el MERNNR.

En el segundo capítulo denominado “Medición de tiempos y cálculo de rendimientos en la ejecución de la obra”, se expone la investigación de campo que se realizó en los cantones de Macas, Logroño y San Pablo de la provincia de Morona Santiago, dando como resultado diferentes muestreos de tiempos de ejecución de obra para las distintas estructuras, que son parte de la construcción de una Red Aérea de Distribución Eléctrica en la zona de la Amazonía. Se procedió también a elaborar entrevistas y lecturas de los textos para el desarrollo adecuado de una hoja de cálculo ventajosa y completa que justifique el enfoque del tema investigado.

En el tercer capítulo denominado “Desarrollo del programa” se presenta el proceso y desarrollo de la hoja de cálculo, con la información recopilada en el capítulo 2 y de la información adquirida en el capítulo 1. Para el desarrollo del programa se tomaron los distintos tiempos de construcción, los cuales servirán para obtener el análisis de rendimientos de mano de obra necesarios para el análisis de precios unitarios.

Por último, en el cuarto capítulo de “Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones” se finaliza el documento analizando la validez de los resultados obtenidos y por ende la utilidad de la herramienta desarrollada, al tiempo que se emiten algunas recomendaciones y conclusiones que sirvan como criterios de consideración y mejora para futuros proyectos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar un APU para proyectos en Redes Aéreas de Distribución Eléctrica.

Objetivos específicos

- Investigar temas relacionados con el proyecto.
- Medir tiempos de ejecución de obra de los diferentes componentes por poste.
- Calcular rendimientos y tiempos de mano de obra calificada y no calificada.
- Elaborar la hoja de cálculo con el APU.
- Desarrollar el programa final.
- Analizar y concluir resultados obtenidos.

NOMENCLATURA

APU	Análisis de Precios Unitarios
MERNNR	Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables
MV	Medio Voltaje
BV	Bajo Voltaje
kV	kilo Voltio
UP	Unidades de Propiedad
UC	Unidades de Construcción
MEER	Ministerio de Electricidad y Energías Renovables
INECEL	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
UNEPER	Unidad Ejecutora del Programa Nacional de Electrificación Rural
LRSE	Ley de Régimen del Sector Eléctrico
CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
ARCONEL	Agencia de Regulación y Control de Electricidad
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
SED	Sistema Eléctrico de Distribución
SEP	Sistema Eléctrico de Potencia
CNEL EP	Corporación Nacional de Electricidad
MO	Mano de Obra
OIT	Organización Internacional del Trabajo
SBU	Salario Básico Unificado
SMS	Salario Mínimo Sectorial

IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
CUT	Costo Unitario de Trabajo
SHT	Salario Hora Total
RED	Rendimiento hora
FHE	Factor Herramientas y Equipos
SDT	Salario Diario Total
SDB	Salario Diario Base
PRE	Prestaciones diario
FSR	Factor de Salario Real
FCS	Factor de Carga Social
PCT	Período Considerado Total
PTR	Período de Trabajo Real
AP	Alumbrado Público
ES	Estructuras
PT	Puesta a Tierra
TA	Tensores y Anclajes
SP	Seccionamiento y Protección
TR	Transformadores
ME	Medidores
PO	Postes
EXC	Excavaciones
CO	Conductores

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Antecedentes

En el Ecuador la distribución de energía eléctrica empezó en el año de 1897, con la empresa denominada “Luz y Fuerza” en la ciudad de Loja y posterior a eso otras empresas en las ciudades de Quito, Cuenca, Guayaquil y Riobamba. En 1961 fue creado el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL, con la finalidad de gestar el Plan Nacional de Electrificación, donde a principios de la década de los 80 conformó un programa nacional de electrificación, nombrando a la Unidad Ejecutora del Programa Nacional de Electrificación Rural UNEPER para el desarrollo de obras conjuntamente con las empresas distribuidoras, empresa privada e ingenieros eléctricos. Partiendo de esto, cada distribuidora optó por elaborar listas de precios unitarios y unidades de construcción definidas en el Manual UNEPER en Junio de 1980 [10].

Posteriormente en Octubre de 1996 con la Ley de Régimen del Sector Eléctrico LRSE, el Estado opta por un mercado eléctrico mayorista dando paso a la privatización, creando el Consejo Nacional de Electricidad CONELEC como ente regulador, planificador y controlador del sector eléctrico, que para el año 2015 tiene una transición y da paso a la creación de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad ARCONEL, además del Centro Nacional de Control de Energía CENACE responsable de las transacciones técnicas y financieras del mercado eléctrico mayorista. En el año 2007 se crea el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables MEER y define al sector eléctrico como estratégico, dando inicio a un mercado verticalmente integrado, donde el único propietario es el Estado.

En Junio de 2018 mediante Decreto Ejecutivo 399 publicado en el registro oficial No. 255 dispone, la fusión por absorción del Ministerio de Hidrocarburos a los Ministerios de Electricidad y Energía Renovable, Minería y la Secretaría de Hidrocarburos, denominado Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables MERNNR [10] [11] [23].

Las empresas eléctricas de distribución en el Ecuador tienen sus propios precios unitarios y mano de obra, pese a que las UP y UC se encuentran homologadas y estandarizadas a nivel nacional por el MERNNR desde el 2009 [10].

1.2 Sistema Eléctrico de Distribución SED

El sistema eléctrico de distribución SED forma parte de un sistema eléctrico de potencia SEP, que está conformado por subestaciones de distribución, circuitos primarios, transformadores de distribución, circuitos secundarios, acometidas y medidores que hacen posible la distribución de energía eléctrica hacia el consumidor final, de manera segura, eficiente y de calidad según las normas exigidas. Dentro del SEP, aproximadamente las dos terceras partes se invierte en la etapa de distribución, cerca del 66%, siendo esta una de las empresas que aportan mayoritariamente al desarrollo de la región [10] [11].

1.2.1 Componentes del SED

Subestaciones de distribución

Es un conjunto de instalaciones que transforma la energía eléctrica proveniente de las líneas de sub-transmisión hacia los circuitos primarios [12].

Circuitos primarios

Transportan la energía en MV hacia los transformadores de distribución, siendo los más comunes en 13.8 kV y 22 kV [12].

Transformadores de distribución

Transforman el voltaje a niveles inferiores para poder suministrar a los abonados [12].

Circuitos secundarios

Redes en BV que se encargan de distribuir la energía eléctrica a los usuarios [12].

1.2.2 Empresas Distribuidoras en el Ecuador

En 2009 el MEER, hoy denominado MERNNR dio paso a la conformación de la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, que agrupo a 10 Empresa Distribuidoras con los más bajos índices de gestión y en Septiembre del 2014 se incorporó la Empresa Pública de Guayaquil. Actualmente en el país existen 10 Empresas de Distribución que aportan a fortalecer el cambio de la matriz productiva y están conformadas por: 9 Empresas Eléctricas y 11 unidades de negocio que reúne la CNEL EP; como se expone en la Tabla 1 con sus datos más relevantes [11] [13].

TABLA 1. Empresas Eléctricas de Distribución en el Ecuador [13]

DENOMINACIÓN	EMPRESA	PROVINCIAS SERVIDAS	ÁREA DE CONCESIÓN [km ²]
Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP	Bolívar	Bolívar	3.997
	El Oro	El Oro, Azuay	6.745
	Esmeraldas	Esmeraldas	15.366
	Guayas - Los Ríos	Guayas, Los Ríos, Manabí, Cotopaxi, Azuay	10.511
	Los Ríos	Los Ríos, Guayas, Bolívar, Cotopaxi	4.059
	Manabí	Manabí	16.865
	Milagro	Guayas, Cañar, Chimborazo	6.175
	Santa Elena	Guayas, Santa Elena	6.774
	Santo Domingo	Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas	6.574
	Sucumbíos	Sucumbíos, Napo, Orellana	37.842
	Pública de Guayaquil EP	Guayas	1.104
Empresas Eléctricas	Ambato	Tungurahua, Pastaza, Morona Santiago, Napo	40.805
	Azogues	Cañar	1.187
	Centro Sur	Azuay, Cañar, Morona Santiago	28.962
	Cotopaxi	Cotopaxi	5.556
	Galápagos	Galápagos	7.942
	Norte	Carchi, Imbabura, Pichincha, Sucumbíos	11.979
	Quito	Pichincha, Napo	14.971
	Riobamba	Chimborazo	5.940
Sur	Loja, Zamora, Morona Santiago	22.721	

1.3 Unidades de Propiedad y Construcción en el Sistema Eléctrico de Distribución

Las unidades de propiedad y unidades de construcción utilizadas para este estudio están aceptadas y aprobadas por el MERNNR y las Empresas de Distribución Eléctricas suscrito el 11 de Mayo de 2009, que tiene como objetivo principal ser un Sistema de Gestión Único

que unifica la identificación de materiales, estructuras, equipos y montaje de los mismos en las redes eléctricas de distribución [1].

1.3.1 Unidades de Propiedad UP

Son grupos de bienes diferentes pero asociados entre sí, que cumplen una función específica en el SED y que además abarcan a las diferentes UC, que son básicamente el conjunto de materiales y equipos de las UP [1].

1.3.2 Unidades de Construcción UC

Ya que existe una variedad de materiales y equipos que conforman las UC dentro de una misma UP se ha homologado y estandarizado a nivel nacional, con el fin de optimizar el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las redes aéreas de distribución eléctrica, además de contener el listado de los materiales y equipos con sus respectivas cantidades de manera sencilla y ordenada [1] [11].

1.3.3 Estructura del identificador nemotécnico de las UP y UC

El identificador nemotécnico está estructurado por cinco campos, siendo los dos primeros por las UP y separados por un guion de los tres siguientes que conforman las UC, las cuales pueden ser alfabéticos y/o numéricos y/o signos como se observa en la Figura 1 [1].

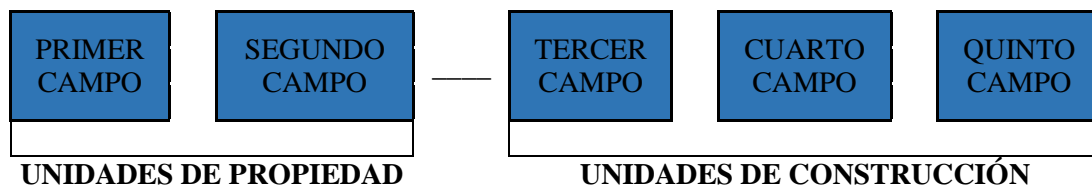


Figura 1. Estructura del identificador nemotécnico [1].

Unidades de Propiedad

Primer Campo:

Designado GRUPO, está conformado por dos caracteres del alfabeto en mayúsculas. Se elige la primera y/o segunda letra de la (s) palabra (s) clave (s) que define el grupo. Sus equivalencias se representan en la Tabla 2 [1].

TABLA 2. Equivalencias del primer campo de la UP [1]

CÓDIGO PRIMER CAMPO	DESCRIPCIÓN DEL GRUPO
ES	E Structura en redes aéreas de distribución
TR	T Ransformadores en redes de distribución
SP	S eccionamiento y P rotección en redes aéreas de distribución
EC	E quipos de C ompensación en redes aéreas de distribución
PO	P Ostes en redes de distribución
CO	C ONductores en redes de distribución
ME	M Edidores en redes de distribución
AC	A Cometidas en redes de distribución
TA	T ensores y A nclajes en redes de distribución
PT	P uesta a T ierra en redes de distribución
AP	A lumbrado P úblico vial en redes de distribución
AO	A lumbrado Público O rnamental

Segundo Campo:

Designado NIVEL DE VOLTAJE, está conformado por un carácter del alfabeto en mayúscula. Se elige la primera letra de la palabra clave y en el caso de repetirse se utilizará la siguiente letra. Sus equivalencias se representan en la Tabla 3 [1].

TABLA 3. Equivalencias del segundo campo de la UP [1]

CÓDIGO SEGUNDO CAMPO	DESCRIPCIÓN DEL NIVEL DE VOLTAJE
C	120 V – 121 V – 127 V (C ien)
E	0 V (C Ero)
D	240/120 V - 220/127 V (D oscientos)

U	440/256 V - 480/227 V (CUatrocientos)
S	6,3 kV (Seis mil)
T	13,8 kV GRDy / 7,96 kV - 13,2 kV GRDy / 7,62 kV (Trece mil)
V	22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV (Veinte mil)
R	34,5 kV GRDy / 19,92 kV (TREinta mil)
0	No aplica

Para los GRUPOS de postes, conductores, acometidas y puesta a tierra no aplica este campo, por ende se usará el carácter “0” para completar el código [1].

Unidades de Construcción

Tercer Campo:

Designado NÚMERO DE FASES o VÍAS, o FASES e HILOS para medidores, está conformado por un carácter numérico. Los elementos cuyas características no aplican este campo se usará el carácter “0” para completar el código [1].

Cuarto Campo:

Designado DISPOSICIÓN o TIPO, está conformado por un carácter del alfabeto en mayúscula [1].

Quinto Campo:

Designado FUNCIÓN o ESPECIFICACIÓN, está conformado hasta de 10 caracteres del alfabeto en mayúsculas, números y/o signos que especifica las principales características técnicas del elemento y/o su función. Los elementos cuyas características no aplican este campo se usará el carácter “0” para completar el código [1].

Ejemplos:

* Estructura en redes aéreas de distribución a 22 kV GRDy / 12,7 kV, monofásica, centrada, pasante o tangente: **ESV – 1CP**.

* Alumbrado público vial en redes de distribución a 220/127 V, en poste con red aérea desnuda, con luminaria de sodio de alta presión, 150 vatios, autocontrolada, doble nivel de potencia: **APD – 0PLS150AD**.

* Puesta a tierra en redes de distribución secundaria desnuda, conductor de cobre No. 2 AWG, con una varilla tipo copperweld: **PT0 – 0DC2_1**.

* Tensor y anclaje en redes de distribución a 22 kV GRDy / 12,7 kV, a tierra, doble: **TAV – 0TD**.

* Seccionamiento y protección en redes de distribución a 22 kV GRDy / 12,7 kV, para una fase, con seccionador fusible unipolar tipo abierto, capacidad 100A, BIL 125 kV, conexión de entrada a la red de distribución y salida a equipo montado en un poste: **SPV – 1S100_125E**.

* Transformador en redes de distribución a 22 kV GRDy / 12,7 kV, monofásico, convencional para instalación exterior en poste, de 5 kVA: **TRV – 1C5**.

* Medidor en redes de distribución a 220/127 V, 2 fases 3 hilos, tipo masivo electrónico energía activa, capacidad máxima de corriente 100 A, forma 2A, tipo bornera: **MED – 2E100_2A**.

* Poste en redes de distribución, de hormigón armado, tipo circular de 10 m, carga de rotura de 400 kg: **PO0 – 0HC10_400**.

* Conductor en redes de distribución tipo preensamblado portante ACSR 2x35(35): **CO0 – 0U2x35(35)**.

1.4 Análisis de Precios Unitarios APU

El precio unitario PU, es el valor que tiene una unidad de instalación, para un lugar determinado en circunstancias propias y viene justificado mediante un análisis de costo. Para determinar el precio unitario es necesario sumar todos los costos que están inmersos en ella, es decir; costo de materiales, transporte, equipos, herramientas y mano de obra, más los costos indirectos (gastos administrativos, interés, utilidad, imprevistos, etc.) [6].

El análisis de precios unitarios APU, es de gran utilidad en el campo laboral de los profesionales de la ingeniería eléctrica, ya que es el camino más directo para llegar al costo real de un proyecto, esto permite la obtención de costes de construcción ajustados a los precios del mercado en esos momentos. Además, facilita la elaboración de una documentación de calidad (completa, consistente y con información técnica vinculada a cada unidad de obra), útil para las distintas fases del proyecto (estudios previos, anteproyecto, proyecto básico y de ejecución), incluyendo productos de fabricantes [4].

El APU tiene diferentes características concretas de cada obra y es por ello que se debe tener en cuenta los principales componentes que son:

- Materiales y equipos.
- Mano de obra.
- Presupuesto de la obra.

- Tiempo de ejecución de la obra.
- Transporte.

1.4.1 Mano de obra

La mano de obra es el esfuerzo tanto físico como mental que emplea una persona en el proceso de fabricación de un bien, un producto o prestación de un servicio, a cambio del pago de un valor monetario [10].

La mano de obra calificada es de suma importancia al momento de asignarla en una obra, ya que de eso dependerá realizar un buen trabajo con garantía y cumplir con los plazos de ejecución. No todas las personas poseen las mismas habilidades, conocimientos y experiencia, por ello existen diferentes tipos de remuneración económica. Por lo tanto la mano de obra se divide en:

Mano de obra calificada

Se refiere a trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución requiere estudios previos o vasta experiencia, por ejemplo: Profesionales, Ingenieros, Técnicos [6].

Mano de obra semi calificada

Son los trabajadores que desempeñan actividades para las cuales no se requiere estudios previos y que, a pesar de su experiencia, ésta no es suficiente para ser clasificados como maestros de primera (mano de obra calificada), por ejemplo: Ayudante Eléctrico [6].

Mano de obra no calificada

Son aquellos trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución no requiere de estudios ni experiencia previa, por ejemplo personas sin oficio definido como: jornaleros, cargadores, albañiles [6].

1.4.2 Presupuesto de la obra

Para el presupuesto total de la obra se toma en cuenta los costos directos que son materiales, equipos, herramientas, mano de obra y transporte, además de los costos indirectos.

1.4.2.1 Costos directos

Es el cargo aplicable a la obra, que se deriva de los materiales, mano de obra, herramientas o labores directamente involucradas en la construcción física de la misma.

Costo unitario de materiales

Es el valor monetario necesario para adquirir una unidad de material (cuando se menciona la palabra unidad se hace referencia a la unidad de medida utilizada para cuantificar el recurso) [6].

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Costo de adquisición del material
- Costo de almacenamiento
- Costo de transporte

Costo unitario de equipos y herramientas

Es el valor monetario por hora que se asigna a las labores realizadas por un determinado equipo o maquinaria, empleada para la realización de un trabajo. Este costo incluye combustible, mantenimiento, almacenamiento, reparación, administración, depreciación y alquiler en el caso de no poseer las herramientas o equipos, se encuentra en un rango de 30 a 35% de la mano de obra [6] [10].

Costo unitario de mano de obra

Comprenden los gastos efectuados por el contratista debido al pago de los salarios reales de la mano de obra encargada de la ejecución del trabajo. Es importante determinar el personal necesario, su salario y prestaciones sociales [6].

Para obtener el costo unitario de mano de obra se utiliza la siguiente expresión:

Ecuación 1: Mano de obra

$$MO = \frac{Sr}{R}$$

Donde:

MO: mano de obra

Sr: Salario real

R: rendimiento

Rendimiento

Se define al producto o la utilidad que produce una persona o máquina, siendo en términos matemáticos la proporción entre el resultado obtenido y los medios utilizados para alcanzarlo [10].

Costo de transporte

Comprenden los gastos necesarios para el traslado de materiales, herramientas, equipos y mano de obra necesarios para el cumplimiento de una obra, se encuentra en un rango de 3 a 5% de la mano de obra [5].

1.4.2.2 Costos indirectos

Estos costos son los que no tienen una vinculación directa con la actividad, sin embargo son los que debe solventar la ejecución de la obra. Como costos indirectos se tiene los gastos de oficina, administrativos, financieros, seguros, impuestos, imprevistos y utilidad [6].

Costo administrativo

Este rubro representa la mano de obra indirecta de sueldos a ejecutivos, representante técnico, supervisores, choferes, asesoría jurídica y empleados administrativos [10].

Costo financiero

Este rubro representa los intereses por los capitales obtenidos en préstamos para la ejecución de la obra, además de intereses de pagos tardíos a proveedores. El costo financiero dependerá de la tasa de interés definida por el sector financiero [10].

Costo de seguros

Este rubro representa a los gastos por asegurar bienes, herramientas, equipos y seguros de vida del personal operativo. Esto cubre los riesgos a los que está expuesto los bienes o personal por algún siniestro que sufran [10].

Costo de impuestos

Este rubro representa los pagos por impuesto a la renta, prediales, vehículos o tasas arancelarias de ser el caso [10].

Imprevistos

Este rubro representa a gastos adicionales en el proceso de ejecución de la obra, de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Costos de mano de obra extra
- Costos de materiales extras
- Costos de maquinaria, vehículos y herramientas por alquiler.
- Costos adicionales por impuestos y seguros [10].

Utilidad

Por lo general el porcentaje común en el medio es del 10% al 15%, pero éste queda a consideración del contratista, puede ser mayor o menor ya que no existe una normativa que lo regule, sino depende de la oferta y demanda actual; pero antes de fijar el porcentaje de utilidad se debe estudiar el mercado para determinar los márgenes que el mismo le aceptará. La utilidad es un flujo de caja positivo y de manera general se la puede calcular mediante la siguiente expresión [6] [10]:

Ecuación 2: Utilidad

$$U = I - E$$

Donde:

U: utilidad

I: ingresos

E: egresos

A manera de resumen se representa en la Tabla 4 los rangos usuales para los costos indirectos anteriormente mencionados:

TABLA 4. Rangos usuales de costos indirectos [10] [11]

COSTOS INDIRECTOS	Mínimo [%]	Máximo [%]
Administrativos	8	13
Financieros	0	5
Seguros	0	3
Imprevistos	1	3
Utilidad	10	15

El total de los costos indirectos variará entre el 25% y 30% del costo directo de la obra [10] [11].

En resumen, para determinar el total del precio unitario se debe considerar los diferentes costos, los mismos que se resumen en la Figura 2.

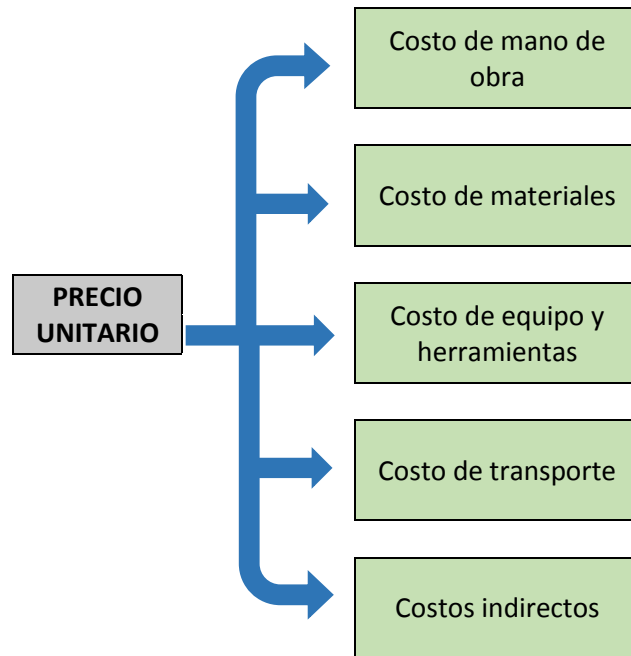


Figura 2. Costos que intervienen en el precio unitario [10].

1.5 Ejecución de la obra

1.5.1 Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución de una obra dependerá de la calidad de mano de obra y cantidad de trabajadores que se tenga disponible.

Para tener un tiempo estimado de obra, se deberán obtener los datos en campo de cada trabajo en específico, los cuales son:

- Excavación para postes y tensores.
- Izado y retacado de postes.
- Colocación de tensores y retacado de anclas.

- Tendido, calibración y amarre del conductor.
- Puesta a tierra y excavación.
- Montaje e instalación de transformadores.
- Montaje y armado de estructuras en MV y BV.
- Montaje, armado e instalación de luminarias.
- Montaje y armado de seccionadores y pararrayos.
- Colocación e instalación de medidores.

1.5.2 Replanteo

Antes de iniciar un proyecto o una obra, ya sea de contratación pública o privada es preciso e indispensable realizar el replanteo. Para ello, es necesario disponer del proyecto o la obra a ejecutar, así como de los permisos respectivos y la autorización para poder empezar sin contratiempos [2].

El replanteo consiste en trazar o marcar sobre el terreno o sobre el elemento constructivo, todos los elementos de la obra, en este caso la ubicación de los distintos tipos de postes, retenciones y puesta a tierra, con el fin de ubicar los diferentes puntos de excavación [2].

1.5.2.1 Responsabilidad del replanteo

En este caso el Ingeniero Contratista será el responsable de realizar todo el trabajo de campo necesario para ubicar los distintos elementos en la obra, ya sea civil y eléctrica. Esta primera etapa de la obra es fundamental, ya que el 80% representa trabajos de replanteos [3].

Para poder realizar el replanteo es imprescindible disponer de las herramientas y utensilios que se requieran y no ahorrar en este sentido, pues al no disponer de las herramientas necesarias puede ocasionar contratiempos y aumentar el costo final de la obra [2].

A continuación se menciona algunas herramientas que se usan habitualmente al momento del replanteo.

- GPS.
- Distanciómetro digital.
- Cinta métrica.
- Spray.

1.5.3 Estudio de trabajo

Consiste en el análisis de los métodos y técnicas que sirvan para mejorar el uso de los recursos disponibles por la empresa, con la finalidad de tener un mayor rendimiento en las actividades que desarrollen los trabajadores [7].

1.5.3.1 Técnicas del estudio del trabajo

El estudio de trabajo está conformado por el estudio de métodos y la medición del trabajo.

El estudio de métodos es el registro y evaluación sistemática de las formas de realizar las actividades laborales, con el fin de optimizarlas; mientras que la medición del trabajo es la conformación de varias técnicas para determinar el tiempo que le toma a un trabajador calificado en realizar una actividad específica [10] [14].

Tanto el método como la técnica son un conjunto de procedimientos ordenados para alcanzar un fin. La diferencia es que el método es el camino o la forma en la que se realiza algo y la técnica son las herramientas que se aplican a ese método para llegar al objetivo.

En la Figura 3 se presenta como las técnicas del estudio del trabajo tienen una relación entre sí, para aumentar la productividad.

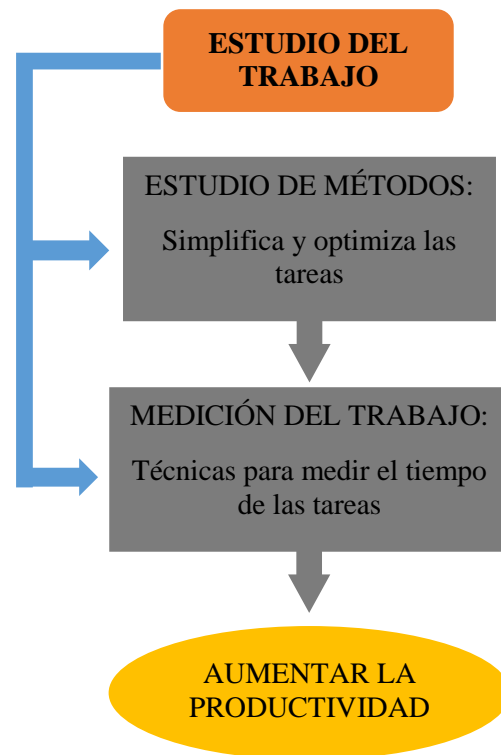


Figura 3. Técnicas del estudio de trabajo [14].

1.5.3.2 Estudio de métodos

El estudio de métodos tiene su origen en la escuela de Gilbreth y Frederick Taylor que tienen como base el estudio de movimientos y tiempos respectivamente como se muestra de manera sencilla en la Figura 4 [10].



Figura 4. Estudio de métodos [14].

Además el estudio de métodos tiene como objetivo principal aplicar métodos más sencillos y eficientes que ayuden a descartar los movimientos innecesarios para así lograr reducir la cantidad de trabajo y esfuerzo realizado por el trabajador en determinada actividad [14].

Los objetivos que pretende alcanzar el estudio de métodos son:

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Reducir el esfuerzo humano y la fatiga innecesaria.
- Economizar los recursos: humanos, materiales y maquinaria.
- Aumentar la seguridad.
- Mejorar las condiciones de trabajo.

Estudio de movimientos

Es un análisis meticuloso de los distintos movimientos que realiza una persona al momento de ejecutar un trabajo determinado, cuyo fin es aumentar el índice de producción, disminuyendo los movimientos ineficientes y mejorando los eficientes [10].

Debido a los distintos movimientos que se dan en la construcción de redes eléctricas aéreas, se decide aplicar como método el estudio de micromovimientos, con su respectivo análisis para cada UP y UC que ha sido objeto de estudio en este presente trabajo investigativo.

Estudio de micromovimientos

Es llamado así a los movimientos básicos fundamentales para realizar un trabajo, como son; alcanzar, tomar, mover o soltar un objeto [10].

Gracias a los aportes del matrimonio formado por Frank Gilbreth y Lillian Gilbreth, se desarrolló lo que hoy en día se conoce como el estudio de micromovimientos, que tiene como objetivo dividir el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados therbligs [10].

Dado que en algunas empresas existen ciclos repetitivos en la operación, es posible ahorrar movimientos y esfuerzos para optimizar la producción con los movimientos fundamentales therbligs, que están divididos en dos grupos. El primero grupo por los eficientes, que son un avance en el proceso del trabajo, mientras que el segundo grupo por los ineficientes, no representan un avance y en lo posible deben ser eliminados, tal como se señala en las Tablas 5 y 6 respectivamente [10].

TABLA 5. Therbligs efectivos [14]

Movimientos	Símbolo	Descripción
Alcanzar	Al	Movimiento con la mano vacía, desde y hacia el objeto. El tiempo dependerá de la distancia.
Mover	M	Movimiento con la mano llena. El tiempo dependerá de la distancia, el peso y el tipo de movimiento.
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor del objeto, inicia cuando se hace contacto con el objeto y termina cuando se logra el control.
Soltar	S	Dejar el control del objeto y por lo general es el therblig más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar el objeto en un lugar predeterminado para su posterior uso, casi siempre ocurre junto con mover.
Usar	U	Manipular una herramienta y utilizarla para lo que fue fabricada.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas.
Desensamblar	DE	Separar dos partes que están juntas.

TABLA 6. *Therbligs no efectivos [14]*

Movimientos	Símbolo	Descripción
Buscar	B	Los ojos o manos deben encontrar el objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo de entre varios. Generalmente lo sigue de buscar.
Posicionar	P	Orientar el objeto durante el trabajo, generalmente precedido de mover y seguido de soltar.
Inspeccionar	I	Comparar el objeto con un estándar, casi siempre con la vista.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción. Se detecta como una duda.
Retraso inevitable	RI	Debido a la naturaleza de la operación. Ejemplo: la mano izquierda no se mueve mientras la derecha alcanza un objeto.
Retraso evitable	RE	Sólo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece de manera periódica y no necesariamente física.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto, mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

En la siguiente lista se menciona los principales micromovimientos realizados en redes de distribución eléctrica aéreas.

- Subir y bajar del poste.
- Colocar y fijar abrazadera.
- Colocar y fijar cruceta.
- Armar y colocar bastidor.
- Armar y colocar luminaria.
- Excavación
- Izado y retacado del poste.
- Instalar puesta a tierra.
- Colocar y fijar pararrayo.

En el Anexo 2 se expone una lista más detallada de los micromovimientos usados para cada unidad de propiedad.

1.5.3.3 Medición del trabajo

Son técnicas aplicadas para definir el tiempo que le toma a un trabajador calificado en realizar un trabajo determinado. Siendo los principales objetivos de la medición del trabajo los siguientes: [10]

- Incrementar la eficiencia del trabajo, eliminando el tiempo improductivo.
- Determinar y fijar tiempos estándar para un proceso definido de trabajo [10] [22].

Procedimiento básico para la medición del trabajo

Para poder determinar la medición del trabajo es recomendable seguir los siguientes pasos:

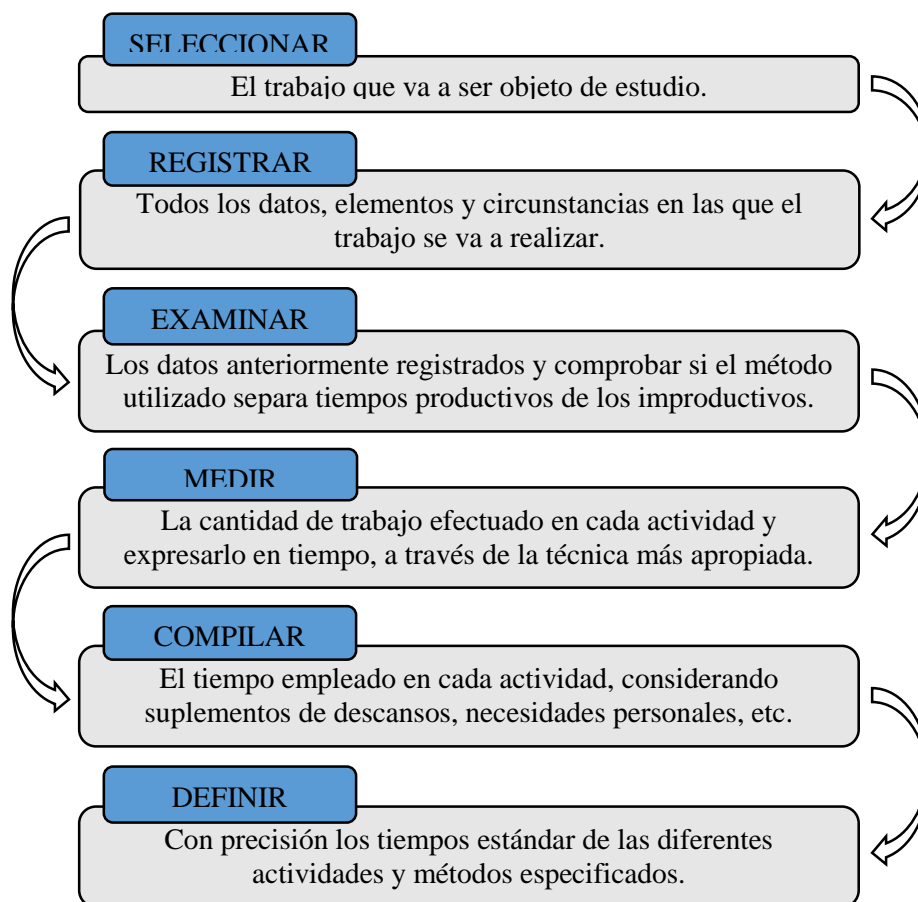


Figura 5. Procedimiento básico para la medición del trabajo [14].

Técnicas para la medición de trabajo

A continuación se exponen las principales técnicas que se emplean para medir el trabajo.

- Muestreo del trabajo.
- Por estimación de datos históricos.
- Estudio de tiempos por micromovimientos con cronómetro.
- Normas de tiempo predeterminadas (MTM, MODAPTS, MOST).
- Datos estándar y fórmulas de tiempo [10] [22].

Para este trabajo investigativo, se optó realizar la medición de trabajo mediante la técnica de estudio de tiempos por micromovimientos para cada unidad de propiedad, utilizando cronómetro. Esto nos dará como resultado los diferentes tiempos estándar de los diferentes componentes por poste en la construcción de redes eléctricas aéreas.

1.5.4 Análisis de rendimientos de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar tiempos correspondientes a una tarea definida, en la que se analiza los datos con el fin de determinar el tiempo requerido y mejorarlo. El análisis de tiempos en un proceso que da a mejoras en la eficiencia de trabajo, reduce costos, mejora la calidad y entrega del producto o servicio [8].

1.5.4.1 Elementos del estudio de tiempos

Esta parte observa los movimientos de la persona o las fases del proceso que las realiza, con el fin de poder cronometrarlo. Los elementos por naturaleza en el ciclo de trabajo se clasifican en: [8] [9]

- a) **Elementos de repetición o ciclo.-** se repiten una o varias veces en un ciclo de trabajo [8].
- b) **Elementos constantes.-** los tiempos de ejecución serán los mismos [8].
- c) **Elementos variables.-** los tiempos de ejecución cambian según el proceso que se realice [8].

Herramientas para el estudio de tiempos

Los equipos requeridos para un estudio de tiempos en campo son:

- Cronómetro.
- Hoja de observaciones.
- Videgrabadora.
- Formularios.

En este caso se usarán formularios para recopilar datos de las observaciones en el estudio de tiempos realizados en campo. El modelo del formulario para el registro de tiempos se expone en el Anexo 1.

1.5.4.2 Estudio de tiempos por cronómetro

Existen 2 procedimientos básicos:

- a) **Lectura continua.**- Consiste en encender el cronómetro y detenerlo hasta el final del proceso, sin desactivar el cronómetro mientras dura el estudio [8].

Ventajas:

- Se obtiene un registro completo en un período de observación.
- No se deja tiempo sin anotar.
- Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
- Hay menos distracción en el analista [8].

Desventajas:

- Su cálculo numérico requiere de más tiempo.
- Requiere mayor concentración del analista [8].

- b) **Lectura repetitiva.**- Consiste en accionar el cronómetro desde cero al inicio de cada elemento y desactivarlo cuando termina el elemento y se regresa a cero, esto se hace sucesivamente hasta concluir el estudio [8].

Ventajas:

- El cálculo por elemento requiere de menos tiempo.
- Los elementos fuera de orden se registran fácilmente.
- Se obtienen valores exactos en elementos cortos.
- Hay menos distracción en el analista [8].

Desventajas:

- Su cálculo numérico requiere de más tiempo.
- Requiere mayor concentración del analista.
- No se obtiene el registro completo al no considerar retrasos y elementos extraños.
- Propicia distracción en el analista [8].

Consideraciones para la toma de tiempos

Para medir los tiempos se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las herramientas de medición como el cronómetro deben tener un buen funcionamiento.
- La persona que toma los tiempos debe conocer los micromovimientos empleados en cada unidad de propiedad y construcción para su medición.
- El trabajador que realiza el montaje e instalación de los elementos por poste debe ser una persona calificada y gozar de buen estado físico y mental.
- Los materiales, herramientas y equipos deben estar en perfecto estado.
- Los tiempos deben ser medidos con exactitud.
- Los tiempos deben ser comprensibles y medido fácilmente.
- La persona que toma los tiempos debe conocer todas las etapas del proceso.

Para la toma de tiempos se eligió el método por cronómetro y lectura repetitiva, además de elegir el elemento de repetición por ciclo y variable ya que cada persona tiene diferentes ritmos y formas de realizar un tipo de trabajo, por lo que se tomará la mayor cantidad de muestras y posterior determinar el tiempo estándar.

1.5.5 Metodología para la toma de tiempos

Una metodología propuesta para la toma de tiempos establecida en este trabajo de campo es la siguiente:

1.5.5.1 Selección del trabajo

- Identificar el orden en que se va realizar el proceso de armado y montaje de cada elemento por poste o actividades en la construcción de redes de distribución aéreas.
- Identificar los materiales, herramientas y equipo que se usa al momento de la obra.

1.5.5.2 Selección de los trabajadores

- Los trabajadores deben estar calificados o semicalificados de al menos el promedio de destrezas aceptadas con experiencia.
- Seleccionar los trabajadores para cada área específica del trabajo, siendo la mano de obra calificada para el montaje e instalación de estructuras y equipos, mientras que para la mano de obra semicalificada para excavaciones u otras actividades.
- Los trabajadores deben tener el deseo de responsabilidad frente al trabajo y de cooperación con la persona que toma los tiempos.
- Los trabajadores deben tener un estado de salud física y mental aceptable.

1.5.5.3 Calcular el tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra determina el número de observaciones aceptables de cronometraje para cada actividad, puesto que de esto dependerá el nivel de confianza del estudio de tiempos [10].

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utiliza un método estadístico que dependerá del tamaño de la muestra, sin embargo, no es práctico tener una gran cantidad de observaciones, o al contrario, al tener muy pocas observaciones se llegaría a resultados inciertos, por lo que el tamaño de la muestra debe ser representativa con un cierto nivel de confianza y error [14].

El nivel de error dependerá del nivel de exactitud deseado, siendo este de 5%, 10% o cualquier otro valor. Para este estudio se tomará un error del 10%, debido a la cantidad de elementos por poste y los microviviencias establecidos en el capítulo siguiente. Es decir que si el tiempo empleado en armar y montar una estructura es de 15 minutos, existirá un error de 1,5 minutos que representa el 10%.

El nivel de confianza en porcentaje, está determinado por el área bajo la curva de la distribución normal como se evidencia en la figura 6, teniendo del lado derecho e izquierdo de la media \bar{x} el número de desviaciones estándar [14].

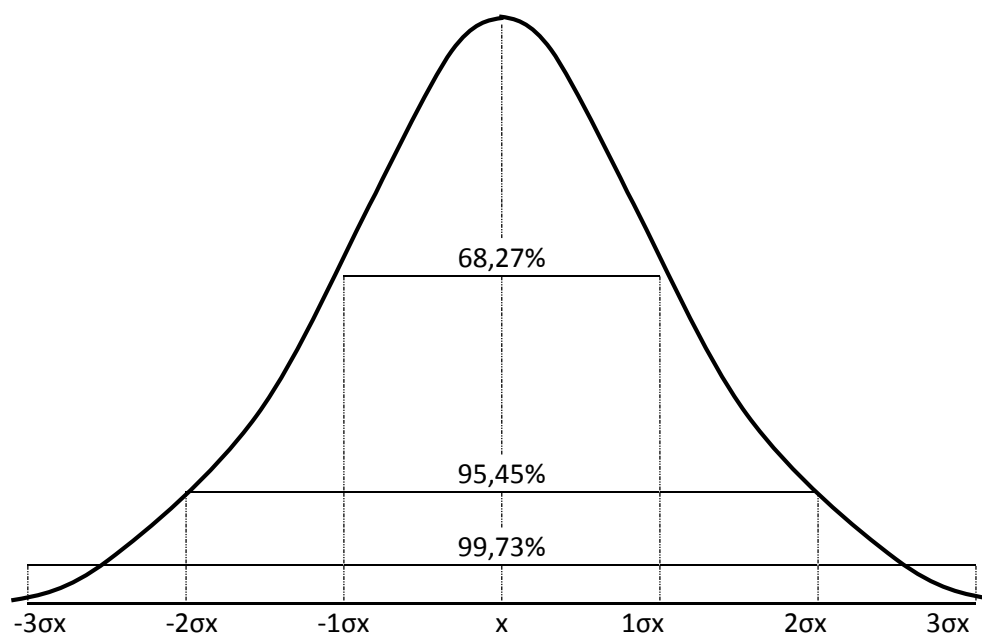


Figura 6. Distribución normal [14].

Generalmente se establece un nivel de confianza de 95% eliminando los decimales que es el valor generalmente utilizado para $\bar{x} \pm 2\sigma p = 1,96$.

Para poder calcular el tamaño de la muestra se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 3: Número de muestras desconociendo el tamaño de la población

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

n: Número de observaciones.

p: Porcentaje estimado del tiempo inactivo.

q: Porcentaje de tiempo útil.

z: Desviación normal estándar para un nivel de confianza deseado.

e: Error máximo para un nivel de precisión.

Por otro lado, cuando se conoce el tamaño del universo o población, se emplea la ecuación 4 para obtener la cantidad de muestras aceptables, con un cierto nivel de confianza y error.

Ecuación 4: Número de muestras conociendo el tamaño de la población

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

n: Número de muestras.

N: Tamaño de la población.

p: Porcentaje estimado del tiempo ocioso.

q: Porcentaje de tiempo útil.

z: Desviación normal estándar para un nivel de confianza deseado.

e: Error máximo para un nivel de precisión.

1.5.5.4 Calcular del tiempo estándar

Es el tiempo que se necesita para realizar una actividad de trabajo que incluye el tiempo medido, más el factor de valoración del ritmo de trabajo, los tiempos suplementarios de ejecución de la obra y el tiempo suplementario recomendado por la Organización Internacional del Trabajo OIT, tal como se muestra en la Figura 7 [10].

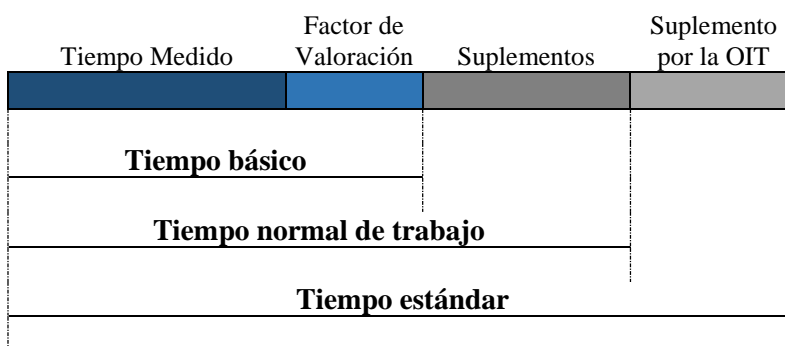


Figura 7. Secuencia para obtener el tiempo estándar [10].

Mediante las mediciones con trabajadores calificados se toma las lecturas de los tiempos de cada trabajo realizado y posterior a eso se determinar el promedio con la siguiente ecuación:

Ecuación 5: Tiempo promedio

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

Donde:

t_o : tiempo promedio observado

x_i : tiempo observado de una lectura

n : número de observaciones

Posteriormente se determina el tiempo normal o básico, aplicando el factor de valoración del ritmo de trabajo (%) [10].

Ecuación 6: Tiempo básico

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

Es importante tener en cuenta, que la energía de un trabajador debe reducirse al mínimo, por lo que hay que prever ciertos suplementos de tiempos para compensar la fatiga y descansar; de la misma manera existen suplementos de necesidades personales e inclusive suplementos relacionados con el trabajo, es por eso que se le debe sumar al tiempo estándar, con la siguiente ecuación.

Ecuación 7: Tiempo de suplementos

$$t_{suplementos} = t_o(fs \%)$$

Y por último se determina el tiempo estándar, con el tiempo básico y la suma del tiempo total de suplementos.

Ecuación 8: Tiempo estándar

$$t_s = t_n + \Sigma t_{suplementos}$$

Factor de valoración del ritmo de trabajo

La valoración del ritmo de trabajo tiene por objetivo evaluar el ritmo del trabajo de una persona calificada y determinar el tiempo que se mantiene así con relación a un ritmo promedio. Los tiempos de trabajo deben estar al alcance de la mayoría de trabajadores, sin tener niveles muy altos que no se puedan alcanzar, o muy bajos que perjudique el rendimiento de la empresa [14].

Para tener una adecuada comparación del ritmo de trabajo, es necesario tener una escala numérica donde se lo pueda medir y sirva como referencia para los cálculos. En la Tabla 7 se expone la calificación del desempeño con el sistema de valoración de Westinghouse y en la Tabla 8 la valoración del ritmo de trabajo en la escala de valoración británica [14].

TABLA 7. Calificación del desempeño con el sistema de valoración Westinghouse [10]

HABILIDAD		ESFUERZO		CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Muy hábil	+0.15	Excesivo	+0.13	Ideales	+0.06	Perfecto	+0.04
Excelente	+0.11	Excelente	+0.10	Excelentes	+0.04	Excelente	+0.03
Bueno	+0.06	Bueno	+0.05	Buenas	+0.02	Buena	+0.01
Promedio	0.00	Promedio	0.00	Promedio	0.00	Promedio	0.00
Regular	-0.05	Regular	-0.04	Regulares	-0.03	Regular	-0.02
Deficiente	-0.15	Deficiente	-0.12	Malas	-0.07	Deficiente	-0.04

El método de Westinghouse considera 4 factores de desempeño de un trabajador, que son: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, cuyos valores se suman para encontrar el factor de desempeño en porcentaje (%).

TABLA 8. Valoración del ritmo de trabajo con la escala de valoración Británica [10]

Escala [%]	Descripción	Velocidad [km/h]
0	Actividad nula.	0
50	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, sin interés en el trabajo.	3,2
75	Constante, sin prisa, parece lento pero no pierde el ritmo.	4,8
100 (valor tipo)	Activo, operario calificado, logra con tranquilidad el nivel de calidad.	6,4
125	Muy rápido, actúa con destreza y seguridad, por encima del promedio.	8

150	Excepcionalmente rápido y concentrado, sin probabilidad de durar por varios períodos.	9,6
-----	---	-----

El desempeño promedio de un trabajador calificado se toma como el 100% de rendimiento, y a este valor se le agrega los valores de habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Así se sabrá si la persona realiza la actividad a un 130%, 90% o 100%, mediante la ecuación 9 del factor de valoración del ritmo de trabajo.

Ecuación 9: Factor de valoración

$$\text{factor de valoración (fv\%)} = \frac{\text{valor atribuido}}{\text{valor tipo}}$$

Suplemento movilización de poste a poste

En una obra se puede realizar varias ocasiones y por varios recursos, pero se considera el tiempo de movilización de poste a poste únicamente a la persona que subirá al poste llevando consigo las trepadoras y el cinturón con las herramientas, a paso moderado [14].

Este tiempo es la relación entre la media aritmética del tiempo de traslado para la media aritmética de las distancias obtenidas, por el vano promedio, como se indica en la ecuación 10. Si bien este es un tiempo fijo, la CENTROSUR lo considera como el 10% del tiempo de armado de la unidad de propiedad [10] [14].

Suplemento de retiro y distribución de material

A este tipo suplemento se le considera el tiempo de retiro del material en bodega y la distribución del mismo, repartidos al pie del poste donde sean requeridos. El porcentaje calculado por la CENTROSUR para cada uno de estos suplementos es del 10% del tiempo de armado [10] [22].

Suplemento de organización del trabajo

Este es un porcentaje menor, pero que debe ser considerado en el tiempo de suplementos para un mejor análisis del tiempo estándar. La CENTROSUR considera al 5% del tiempo total de armado de la unidad de propiedad [10].

Suplemento por las concesiones OIT

El tiempo suplementario por concesiones de la OIT, para trabajo en redes eléctricas considera un 9% en suplementos constantes por necesidades personales y fatiga, además de un 7% en suplementos variables debido a que se lo realiza de pie, con postura incomoda, ruido intermitente fuerte y siendo el proceso algo complejo. Para este tipo de trabajo, la OIT considera un suplemento total de 16% al tiempo de armado, tal como se exhiben los porcentajes en la Tabla 9 [10].

TABLA 9. Concesiones OIT para suplementos [10]

SUPLEMENTOS CONSTANTES		SUPLEMENTOS VARIABLES	
Necesidades personales	5%	levantamiento de peso 40 kg	33%
Por fatiga	4%	levantamiento de peso 50 kg	58%
SUPLEMENTOS VARIABLES		Ruido	
Por trabajar de pie	2%	intermitente y fuerte	2%
Por postura incómoda	2%	intermitente y muy fuerte	5%
Uso de fuerza, levantar, tirar, empujar		Tensión mental	
levantamiento de peso 2,5 kg	0%	proceso algo complejo	1%
levantamiento de peso 5 kg	1%	proceso complejo	4%
levantamiento de peso 7,5 kg	2%	Monotonía mental	
levantamiento de peso 10 kg	4%	trabajo bastante monótono	1%
levantamiento de peso 15 kg	6%	Monotonía física	
levantamiento de peso 17,5 kg	8%	trabajo aburrido	2%
levantamiento de peso 20 kg	10%	trabajo muy aburrido	5%
levantamiento de peso 22,5 kg	12%	Tensión visual	
levantamiento de peso 25 kg	14%	trabajos de precisión o fatigosos	2%
levantamiento de peso 30 kg	19%	trabajos de gran precisión	5%

1.5.5.5 Costo unitario de mano de obra

La mano de obra va en constante cambio debido al costo de vida que cada año crece, conjuntamente con nuevos materiales, herramientas y tecnologías, además de la dificultad en las obras por las condiciones climáticas, su magnitud, etc. [14].

El proceso productivo de la mano de obra está influenciado por el rendimiento del trabajador, en este caso, para obras de redes eléctricas se refiere a las unidades de propiedad y construcción que el grupo o cuadrilla puede realizar en una hora [14].

Cuadrilla tipo de trabajo

Las cuadrillas son recursos humanos indispensables para realizar un determinado trabajo de la manera más óptima. Según la OIT, se considera 5 tipos de cuadrillas dependiendo del tipo de trabajo para obras de redes eléctricas y con la cantidad de trabajadores, como se indica en la Tabla 10 [11].

TABLA 10. Grupos, cuadrillas y recursos para obras de redes eléctricas [10] [22]

ÍTEM	GRUPO	PERSONAL	CANTIDAD
1	Montaje de estructuras y equipos	Ingeniero Eléctrico	0,4
		Maestro Liniero	1
		Liniero	2
		Ayudante	3
2	Transporte y/o parada de postes con grúa	Operador de grúa	1
		Liniero	1
		Ayudante	2
3	Parada de postes de H.A. con personal	Maestro Liniero	1
		Ayudante	15
4	Excavación y recolección de piedras	Ayudante	2
5	Medidores y acometidas	Electricista	2
6	Desbroce de vegetación	Jornalero	3
7	Pruebas de energización	Ingeniero Eléctrico	0,3
		Liniero	2
		Ayudante	1
8	Estudios y diseños	Ingeniero Eléctrico	2
		Topógrafo	1
		Dibujante	1

Partes que intervienen

No siempre en el proceso de trabajo todo el personal interviene, es por eso que se calcula las partes que realmente intervienen en una tarea encomendada por la siguiente ecuación.

Ecuación 10: Partes que intervienen

$$Partes\ que\ intervien = \frac{número\ de\ recursos}{cuadrillas\ tipo}$$

Donde:

Número de recursos: cantidad de personal necesario para un trabajo determinado.

Cuadrilla tipo: total de personal necesario según la Tabla 10.

Determinación de rendimientos

Es la cantidad de unidades realizadas en una hora por el personal calificado que realiza de manera efectiva el trabajo, empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 11: Cálculo de rendimiento

$$Rend = \frac{60}{Tiempo\ total * Partes\ que\ intervienen} * \frac{2 * Tef}{T}$$

Donde:

Rend: rendimiento de la mano de obra.

60: una de trabajo en minutos.

Tiempo total: Tiempo estándar de armado de cada elemento por poste.

Partes que intervienen: valor definido anteriormente.

Tef: media jornada efectiva de trabajo considerando demoras, esto es 193,82 minutos.

T: jornada de trabajo de ocho horas diarias (480 min).

La media jornada efectiva, es el tiempo real de la media jornada de trabajo, considerando las demoras ocasionadas por las condiciones propias del trabajo como son; refrigerios, tráfico vehicular, falta de recursos u otras demoras. A estas demoras se lo llama tiempo no

efectivo de trabajo, el cual la CENTROSUR mediante un estudio de tiempos lo ha determinado en 46,18 minutos y restando al tiempo real de la media jornada que es 240 minutos, da como resultado la media jornada efectiva en 193,82 minutos [14].

1.5.5.6 Costo unitario de trabajo

Es el costo por unidad de trabajo considerando el salario básico unificado, salario sectorial y prestaciones de acuerdo a las leyes establecidas por el país, además del período de trabajo anual considerando los días festivos y no laborables.

A partir del rendimiento se puede determinar el costo unitario para cada elemento, con la siguiente ecuación:

Ecuación 12: Costo unitario de trabajo

$$CUT = \frac{SHT}{REND} * FHE$$

Donde:

CUT: costo unitario de trabajo.

SHT: salario hora total.

REND: rendimiento hora.

FHE: factor herramientas y equipos.

A partir del sueldo diario total se puede obtener el cálculo del salario hora total, mediante la ecuación 13, esto dependerá del tipo de trabajador y salario establecido.

Ecuación 13: Salario Diario Total

$$SDT = (SDB + PRE) * FSR$$

Donde:

SDT: salario diario total.

SDB: salario diario base.

PRE: prestaciones diario.

FSR: factor de salario real.

Ecuación 14: Salario Hora Total

$$SHT = \frac{SDT}{8}$$

Salario diario base

Para el salario diario base es necesario conocer lo estipulado en la ley y lo establecido por el Gobierno Nacional del Ecuador acerca del salario básico unificado SBU, ya que anualmente es fijado por representantes de trabajadores, empleadores y el Ministerio de Trabajo. Este porcentaje dependerá de la tasa de inflación, el PIB y el SBU del año anterior. Según la Constitución del Ecuador establece en el artículo 328 que: “La remuneración será justa, con un salario digno que cubra al menos las necesidades básicas de la persona trabajadora, así como las de su familia (...); y que “El Estado fijará y revisará el salario básico establecido en la ley, de aplicación general y obligatoria” [15].

El Código de Trabajo señala en el artículo 117 que: “El Estado, a través del “Consejo Nacional de Trabajo y Salarios”, establecerá anualmente el sueldo o salario básico unificado para los trabajadores privados (...), así como las revisiones de los salarios o sueldo por sectores o ramas de trabajo (...)” [16].

El acuerdo ministerial 394, publicado el 27 de Diciembre de 2019 por el Ministerio de Trabajo en su artículo 1 del SBU señala que: “Fijar a partir del 01 de enero de 2020, el salario básico unificado del trabajador en general, incluidos los trabajadores de la pequeña industria, trabajadores agrícolas y trabajadores de maquila; trabajador o trabajadora remunerada del hogar, operarios de artesanías y colaboradores de la microempresa, en cuatrocientos dólares de los Estados Unidos de América (\$400,00) mensuales.”. Lo que equivale el 1,523%, 6 dólares más que el año anterior del SBU para el 2020 [17].

Por otra parte, existen los salarios mínimos sectoriales SMS presentado por el Ministerio de Trabajo en el acuerdo ministerial 395 y publicado el 14 de Enero de 2020 en el registro oficial. En la Tabla 11 se señalan los salarios mínimos profesionales representativos en el sector de la construcción, los cuales no podrán ser inferiores al SBU.

TABLA 11. Salario mínimo sectorial No.14 “Construcción” [18]

CARGO / ACTIVIDAD	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2020
Ingeniero Eléctrico	\$ 465,51
Residente de obra	\$ 465,51
Inspector de obra	\$ 464,32
Supervisor eléctrico general	\$ 464,32

Topógrafo	\$ 463,52
Operador de grúa estacionaria	\$ 463,52
Maestro eléctrico / liniero / subestaciones	\$ 463,52
Dibujante	\$ 439,95
Electricista o instalador de revestimiento en general, técnico liniero eléctrico, técnico en montaje de subestaciones.	\$ 415,75
Ayudante de electricista	\$ 410,4

Prestaciones y derechos

a) Décimo tercer sueldo:

O también llamado bono navideño, corresponde a la doceava parte de las remuneraciones recibidas durante un año calendario. La fecha máximo de pago es hasta el 24 de Diciembre de manera acumulada, o a su vez de forma mensual [19].

b) Décimo cuarto sueldo:

Es una bonificación mensual correspondiente a la doceava parte del SBU. La fecha máximo de pago es hasta el 15 de Marzo en las regiones Costa e Insular y hasta el 15 de Agosto en las regiones de la Sierra y Amazonia de manera acumulada, o a su vez de forma mensual [20].

c) Fondos de reserva:

Corresponde a un mes de salario y se pagará después del primer año de trabajo [21].

d) Aporte al IESS:

Cada empleador tiene la obligación de afiliar a sus trabajadores al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS. Teniendo una tasa de contribución de 11,15% y el empleado de 9,45% del salario mensual.

En la Tabla 12 se presenta una descripción de las prestaciones y derechos por ley que contribuyen al salario mensual para cada uno de los trabajadores.

TABLA 12. Descripción de las prestaciones y derechos para el salario mensual

Descripción	Aporte
Décimo tercero	SMS/12
Décimo cuarto	SBU/12
Fondos de reserva	SMS/12
Aporte al IESS	11,15%

Factor salarial real

Esta ecuación nos ayuda a tener una relación entre el tiempo efectivo de trabajo y el total considerado, puesto que las leyes del trabajo, las costumbres y el ambiente reducen el tiempo efectivo del trabajo, representada en la siguiente ecuación: [14]

Ecuación 15: Factor Salarial Real

$$FSR = \frac{FCS * PCT}{PTR}$$

Donde:

FSR: factor salario real.

FCS: factor de carga social.

PCT: período considerado total.

PTR: período de trabajo real.

Siendo el período considerado total de trabajo de 365 días, se resta los días no laborables incluyendo vacaciones, feriados y fines de semana que son 134 días, dando como resultado para el período de trabajo real 231 días [22].

Ecuación 16: Período de Trabajo Real

$$PTR = PCT - DNL = 231$$

Siendo:

PTR: Período de trabajo real.

PCT: período considerado total.

DNL: días no laborables anual.

El factor de carga social es la relación entre el salario real anual, las prestaciones y el valor de la aportación al IESS sobre el salario nominal unificado por año [11].

Ecuación 17: Factor de Carga Social

$$FCS = \frac{SALARIO REAL ANUAL}{SALARIO UNIFICADO ANUAL}$$

Factor de herramientas y equipos

Las herramientas y equipos para trabajos en redes aéreas eléctricas deben ser para media y baja tensión, para las cuales su factor de costo se considera la vida útil, gastos de mantenimiento y de operación.

Debido al extenso estudio de la depreciación de equipos y herramientas, se opta por elegir lo que la experiencia de empresas contratistas y la CENTROSUR considera. Siendo el 35% de la mano de obra, con un desglose del 32% en equipamiento y el 3% en herramientas [11].

TABLA 13. Herramientas y equipos

Descripción	Costo hora (\$)
Camioneta 4x4 doble cabina	3,50
Grúa	30,00
Desenrolladora	0,0675
Tecele	0,0338
Escalera telescópica	0,0648
Pértiga	0,0878
Radio portátil	0,0074
Cinturón de electricista	0,0743
Faja de seguridad	0,0073
Alicate de electricista	0,0054
Juego de destornilladores	0,0088
Juego de llaves boca corona	0,0148
Casco protector dieléctrico	0,0068
Cuchillo curvo	0,0041
Playo para electricista	0,0054
Martillo	0,0122
Mordaza	0,0095
Cizalla	0,0122
Gafas para liniero	0,0007
Guantes dieléctricos	0,0189
GPS	0,2592
Excavadora	0,0109
Barreta	0,0078

Factor de distancia

El factor distancia tiene una relación porcentual del costo total de la mano de obra, considerado por la movilización de los materiales y el personal hasta el sitio de trabajo. Se tiene un factor de distancia normalizado por la CENTROSUR, como se indica en la Tabla 14 [11].

TABLA 14. Factor de distancia [11]

ÍTEM	DISTANCIA [km]	FACTOR
1	Perímetro urbano	1.00
2	0 a 40 km	1.20
3	40 a 100 km	1.35
4	100 a 125 km	1.38
5	Más de 125 km	1.53

CAPÍTULO II: MEDICIÓN DE TIEMPOS Y CÁLCULO DE RENDIMIENTOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

2.1 Descripción general

En este capítulo se expone la investigación de campo que se realizó en los cantones de Macas, Logroño y San Pablo de la provincia de Morona Santiago, dando como resultado diferentes muestreos de tiempos de ejecución de obra para las distintas estructuras, que son parte de la construcción de una Red Aérea de Distribución Eléctrica en la región de la Amazonía.

Para poder realizar la medición de tiempos y posterior el cálculo de rendimientos, se considera seguir la siguiente metodología.

- Determinar el número de muestras del total del universo de las unidades de propiedad.
- Determinar el número de muestras de tiempos.
- Medir los tiempos de los diferentes componentes por poste.
- Determinar el tiempo estándar.
- Calcular los rendimientos y precios unitarios de mano de obra de cada elemento por poste.

Para el desarrollo de este capítulo, es indispensable tener hojas de observaciones y tablas para la recopilación de datos.

2.2 Cálculo para el tamaño de muestras

2.2.1 Cálculo de muestras para las unidades de propiedad

Debido a la gran cantidad de estructuras y equipos homologados por el MERNNR, no es posible realizar un estudio de cada uno de ellos, por la cantidad recursos y tiempo que se necesitaría. Es por eso, que se recurre a un método estadístico que determine una muestra representativa, con un nivel de confianza y error aceptable para el universo de UP y UC.

Para ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

n: Número de muestras.

N: Tamaño del universo.

p: Proporción de elementos que presentan las mismas características para el estudio, cuando se desconoce generalmente es: (50%=0,5).

q: Proporción de elementos que no presentan las mismas características (1-p).

z: Nivel de confianza deseado, indica la probabilidad de que los resultados sean ciertos, para este caso 95%, lo que significa que existe una probabilidad de equivocarse del 5%.

e: Error muestral para un nivel de precisión, para este caso 10% por la cantidad de elementos que existe en una obra de redes de distribución.

En la Tabla 15 se muestra los valores de desviación estándar (z), con los niveles de confianza más comunes en porcentaje.

TABLA 15. Valores estandarizados para los niveles de confianza más usados

Nivel de Confianza	80%	85%	90%	95%	99%
Valor de z	1,28	1,44	1,65	1,96	2,58

Considerando los valores anteriores, se procede a determinar el total de elementos utilizados para la construcción de redes eléctricas aéreas y por consiguiente el cálculo de una muestra representativa que sirva como base para la toma de tiempos.

TABLA 16. Cantidad de elementos por UP y número de muestras requeridas

Descripción de las UP	Cantidad	Consideraciones	
Estructuras en Bajo Voltaje Red Desnuda	17	Sin estructuras combinadas	
Estructuras en Medio Voltaje Monofásicas	10	Sin estructuras combinadas	
Estructuras en Medio Voltaje Trifásicas	19	Sin estructuras combinadas	
Alumbrado Público Vial en Redes de Distribución	8	Na, autocontrolada, hilo piloto (150W;250W) y (C-D)	
Puesta a Tierra en Redes de Distribución	2	En Red Desnuda y Acometida	
Tensores y Anclajes en Redes de Distribución	6	Todos	
Seccionamiento y Protección en Redes de Distribución	7	Monofásicos y Trifásicos (entrada a red y equipo)	
Transformadores en Redes de Distribución	4	Mono-Convencional, Mono-Autoprotegido, Trifásico en uno y dos postes	
Postes en Redes de Distribución	4	Hormigón (10m - 12m) y Fibra (10m - 12m)	
Medidores en Redes de Distribución	1	Electrónico 2F-3H	
Conductores en Redes de Distribución	4	Tipo ACSR	
TOTAL DE ELEMENTOS	82	TOTAL DE MUESTRAS	44,5 ≈ 45

2.2.2 Cálculo de muestras para el número de tiempos

Además de determinar el número de muestras del total del universo, es necesario obtener el número de mediciones mínimas requeridas para cada UC. Para calcular dicha muestra se utiliza la siguiente ecuación.

$$n = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

n: Número de observaciones.

p: Porcentaje estimado del tiempo inactivo de 1%.

q: Porcentaje de tiempo útil (1-p).

z: Desviación normal estándar para un nivel de confianza deseado, para este caso 90%.

e: Error máximo para un nivel de precisión de 10%.

A partir de estos valores se calcula el número de observaciones, dando como resultado:

$$n = 2,7$$

$$n \approx 3 \text{ mediciones}$$

Es decir, para cada UC se necesita un número mínimo de 3 mediciones.

2.3 Tiempos de armado de los elementos por poste

En esta etapa se mide los tiempos de armado para cada UC, teniendo en cuenta el número de muestras aceptables calculadas en el punto anterior.

Para tener un adecuado muestreo de tiempos, se considera un formulario de registro de tiempos como se presenta en la Tabla 17 y posterior en el Anexo 3 el muestreo de todos los tiempos medidos.

TABLA 17. Tiempos de armado para cada UC

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 26-27-28/09/2019		
UBICACIÓN: LOGROÑO Y SAN PABLO			UNIDAD DE PROPIEDAD: VARIOS		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
ESV - 3SR	Subir y bajar del poste; armar cruceta doble; colocar y ajustar cruceta doble; colocar y ajustar abrazadera de 4 pernos; colocar y ajustar pie de amigo doble; colocar aislador de suspensión siliconado.	37	43	35	38,3
ESD - 3EP	Subir y bajar del poste; armar bastidor de 3 vías; colocar y ajustar bastidor de 3 vías; colocar aisladores tipo rollo.	12	11	12	11,7
TAV - 0TD	Subir y bajar del poste; armar y colocar varilla de anclaje con ancla; armar y tensar cable de acero galvanizado.	24	21	25	23,3
PO0 - 0HC12_500	Izado y retacado de poste.	15	19	18	17,3
TRV - 1C10	Alistar y subir transformador con carro; colocar y ajustar transformador; instalar transformador.	110	117	101	109,3
SPV - 1S100_125 E	Subir y bajar del poste; colocar y sujetar cruceta simple; colocar y ajustar abrazadera 3 pernos; colocar y sujetar pie de amigo simple; armar y ajustar seccionador; instalar seccionador.	25	22	21	22,7

Para la construcción de redes eléctricas aéreas existen distintos tipos de micromovimientos, estos dependerán del tipo de trabajo que se esté realizando. En la Tabla 18 se presentan algunos de los micromovimientos considerados para este proyecto, que permiten ahorrar esfuerzos y tiempos, con la finalidad de optimizar el trabajo. En el Anexo 2 se expone la tabla completa de los principales micromovimientos utilizados en obras de redes eléctricas.

TABLA 18. Tabla de micromovimientos

Ítem	Descripción
1	Excavación para poste en terreno normal
2	Excavación para tensor en terreno normal
3	Suministro y acopio de piedras
4	Izado y retacado de poste
5	Subir y bajar del poste
6	Armar luminaria
7	Montaje e instalación de luminaria
8	Armar y ajustar abrazadera con perno pin punta de poste simple
9	Colocar aislador espiga pin
10	Armar y ajustar abrazadera con perno pin punta de poste doble
11	Colocar y ajustar abrazadera 3 pernos
12	Colocar y ajustar abrazadera 4 pernos
13	Colocar y ajustar perno pin
14	Armar y colocar aislador de suspensión siliconado
15	Armar bastidor de tres vías
16	Armar bastidor de cuatro vías
17	Colocar y ajustar bastidor de tres vías
18	Colocar y ajustar bastidor de cuatro vías
19	Colocar aislador tipo rollo
20	Colocar retención preformada
21	Armar cruceta simple
22	Armar cruceta doble
23	Colocar y sujetar cruceta simple
24	Colocar y ajustar cruceta doble
25	Colocar y sujetar pie de amigo simple

Una vez adquirido los tiempos de obra de cada elemento, se obtuvo un total de 40 muestras que representa el 89% del total de muestras requeridas que son 45 de acuerdo al cálculo obtenido anteriormente. La cantidad de elementos por UP y el total de muestras medidas se presenta en la Tabla 19.

TABLA 19. Cantidad de elementos por UP y número de muestras medidas

Elementos por UP	Total	Total medidos
Estructuras en Bajo Voltaje Red Desnuda	17	9
Estructuras en Medio Voltaje Monofásicas	10	4
Estructuras en Medio Voltaje Trifásicas	19	7
Alumbrado Público Vial en Redes de Distribución	8	4
Puesta a Tierra en Redes de Distribución	2	1
Tensores y Anclajes en Redes de Distribución	6	3
Seccionamiento y Protección en Redes de Distribución	7	4
Transformadores en Redes de Distribución	4	2
Postes en Redes de Distribución	4	2
Medidores en Redes de Distribución	1	1
Conductores en Redes de Distribución	4	3
TOTAL	82	40

Además del número total de UC medidos en la tabla anterior, se ha realizado las mediciones de algunos elementos adicionales tal como se manifiesta en la Tabla 20. Teniendo un total de 47 que representa el 104% del total de muestras requeridas.

TABLA 20. Elementos adicionales medidos

Descripción	Total
Excavaciones	2
Medidores en Redes de Distribución	2
Transformadores en Redes de Distribución	2
Puesta a Tierra en Redes de Distribución	1
SUBTOTAL	7
TOTAL DE MUESTRAS MEDIDAS	47

Para los elementos medidos como excavaciones, no existe una codificación descrita por el MERNNR, es por eso que se ha optado en crear un código identificador, siendo los siguientes los elementos medidos y codificados.

* Excavación en redes de distribución, para poste, terreno normal: **EXC – P_TN**.

* Excavación en redes de distribución, para tensor, terreno normal: **EXC – T_TN**.

Para medidores, existe un solo tipo que es el más utilizado y homologado que es el electrónico dos fases tres hilos con una capacidad máxima de 100 A, mas no existe un código para centralizados. Es por eso, que se optó por colocar al final del código identificador seguido de un guion bajo el número de medidores, siendo este caso, un centralizado de dos y tres medidores que se tomó muestras adicionales en campo.

* Medidor en redes de distribución a 220/127 V, 2 fases 3 hilos, tipo masivo electrónico energía activa, capacidad máxima de corriente 100 A, forma 2A tipo bornera, centralizado de dos medidores: **MED – 2E100_2A_2**.

* Medidor en redes de distribución a 220/127 V, 2 fases 3 hilos, tipo masivo electrónico energía activa, capacidad máxima de corriente 100 A, forma 2A tipo bornera, centralizado de tres medidores: **MED – 2E100_2A_3**.

Existen cuatro tipos de transformadores seleccionados para el cálculo, siendo estos: monofásico convencional, monofásico autoprotegido, trifásico en uno y dos postes, pero a su vez, existe una gran variedad de potencias utilizadas para cada tipo de transformador. Al momento de realizar las mediciones, se tomó las muestras de dos monofásicos convencionales de 10 kVA y 37,5 kVA, dos monofásicos autoprotegidos de 25 kVA y 50 kVA, por lo que se cumple para la muestra de un monofásico convencional y un autoprotegido, pero además se tiene dos más como adicionales.

Para la UP de puesta a tierra existen dos tipos que son: en red desnuda y acometida, las cuales para este proyecto se realizó las mediciones en red desnuda con una y dos varillas, por lo que se cumple con la muestra en red desnuda y una adicional como se presenta en las Tablas 19 y 20.

2.4 Cálculo del tiempo estándar

En esta sección, al tiempo total de armado se agregan los tiempos suplementarios. Uno de los tiempos suplementarios es el de movilización, que tiene una relación porcentual con respecto al tiempo de armado, con un 35% para todos los elementos exceptuando excavaciones con un 20%. La Tabla 21 y 22 respectivamente muestra los porcentajes en los que se descompone el tiempo suplementario de movilización.

TABLA 21. Porcentajes de tiempos suplementarios de movilización

Detalle	Porcentaje
Retiro del material , equipos y herramientas en bodega	10%
Distribución del material	10%
Traslado de poste a poste	10%
Organización del trabajo	5%
Total de movilización	35%

TABLA 22. Porcentajes de tiempos suplementarios de movilización para excavaciones

Detalle	Porcentaje
Retiro de equipos y herramientas en bodega	10%
Traslado de poste a poste	10%
Total de movilización	20%

El tiempo suplementario por concesiones de la OIT se determina en 16% del tiempo de armado para obras en redes, como se señala en la siguiente tabla.

TABLA 23. Porcentajes de concesiones por la OIT

Detalle	Porcentaje
Necesidades personales	5%
Por fatiga	4%
Por trabajar de pie	2%

Por postura incómoda	2%
Ruido intermitente y fuerte	2%
Proceso algo complejo	1%
TOTAL	16%

De acuerdo a las concesiones por la OIT, el suplemento variable debido al peso dependerá de los materiales que se usen, tal como se analiza en la siguiente tabla.

TABLA 24. Porcentajes de concesiones de la OIT por peso

Descripción	Peso (kg)	Número recursos	kg / recurso	Porcentaje	Total concesión
Abrazadera, aislador tipo rollo, bastidor 1 vía	5	1	5	1%	17%
Abrazadera, aislador tipo rollo, bastidor (2-3) vías	10	1	10	4%	20%
Abrazadera, aislador tipo rollo, bastidor (4-5) vías	15	1	15	6%	22%
Abrazadera, perno pin, aislador pin, aislador de suspensión siliconado	15	1	15	6%	22%
Cruceta simple de acero galvanizado de 2,4m con elementos	25	1	25	14%	30%
Cruceta doble de acero galvanizado de 2,4m con elementos	40	2	20	10%	26%
Cruceta simple de 1,2m y seccionador	15	1	15	6%	22%
Cruceta simple de 1,2m y tres seccionadores	20	1	20	10%	26%
Luminaria de sodio autocontrolada de 150W	25	1	25	14%	30%
Luminaria de sodio autocontrolada de 250W	30	1	30	19%	35%
Colocación y retacado de anclas y postes	50	1	50	58%	74%

Es decir, que al porcentaje de concesión del 16% se le agrega el porcentaje debido a la concesión de la OIT por peso de la Tabla 24. Esto dependerá de los materiales que se usen en cada estructura o elemento por poste.

El tiempo total estándar, es la suma del tiempo de armado más los suplementos de movilización y de las concesiones por la OIT, considerando el esfuerzo que realiza la persona al levantar los distintos pesos para armar cada UP. La siguiente tabla muestra el resultado del tiempo estándar que servirá para el análisis de los precios unitarios por concepto de mano de obra calificada, y en el Anexo 4 se presenta la tabla completa de todos los elementos calculados.

TABLA 25. Cálculo del tiempo estándar

CÓDIGO UP-UC	Descripción	Tiempo de armado (min)	Tiempo de movilización (min)	Tiempo concesiones OIT (min)	Tiempo estándar (min)
ESV - 3SR	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Retención	38,3	13,4	10,0	61,7
ESD - 3EP	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Pasante	11,7	4,1	2,3	18,1
TAV - 0TD	Tensor y anclaje 22 kV - A tierra - Doble	23,3	8,2	17,3	48,8
PO0 - OHC12_500	Poste - Hormigón armado - circular - 12 m - Carga de rotura 500 kg	17,3	6,1	12,8	36,2
TRV - 1C10	Transformador 22 kV - Monofásico - Convencional - 10 kVA	109,3	38,3	17,5	165,1
SPV - 1S100_125E	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Seccionador - A equipo	22,7	7,9	5,0	35,6

2.5 Cálculo de precios unitarios

2.5.1 Cálculo de rendimientos

Una vez que se dispone del tiempo total incluido los suplementos, el siguiente paso es el cálculo de rendimientos de cada uno de los elementos. Y para este cálculo se necesita las cuadrillas de trabajo, recursos necesarios y las partes que intervienen en el mismo.

Cuadrillas de trabajo

Las cuadrillas son recursos humanos indispensables para realizar un trabajo determinado de la manera más óptima, esto dependerá del tipo de trabajo que se realice en redes eléctricas aérea representada en la Tabla 26, mediante el tipo de trabajo y el total de trabajadores requeridos para el desarrollo de este trabajo investigativo.

TABLA 26. Cuadrillas de trabajo

ÍTEM	GRUPO	PERSONAL	CANTIDAD	TOTAL
1	Montaje de estructuras y equipos	Ingeniero Eléctrico	0,4	6,4
		Capataz Liniero	1	
		Liniero	2	
		Ayudante	3	
2	Transporte y/o parada de postes con grúa	Operador de grúa	1	4
		Liniero	1	
		Ayudante	2	
3	Excavación y recolección de piedras	Ayudante	2	2
4	Medidores y acometidas	Electricista	2	2

Partes que intervienen

No siempre en el proceso de trabajo todo el personal interviene, es por eso que se calcula las partes que realmente intervienen en una tarea específica, mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Partes que intervien} = \frac{\text{número de recursos}}{\text{cuadrillas tipo}}$$

Donde:

Número de recursos: cantidad real de personal para un trabajo determinado.

Cuadrilla tipo: total de personal necesario según la Tabla 26.

Determinación de rendimientos

Con la información de las partes que intervienen y el tiempo estándar para el montaje o ensamblaje de los diferentes tipos de estructuras, equipos u otros procesos en la construcción de redes eléctricas, se puede determinar el rendimiento de cada uno de ellos mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Rend} = \frac{60}{\text{Tiempo total} * \text{Partes que intervienen}} * \frac{2 * T_{ef}}{T}$$

Donde:

Rend: rendimiento de la mano de obra.

60: una de trabajo en minutos.

Tiempo total: Tiempo estándar de armado de cada elemento por poste.

Partes que intervienen: valor definido en el punto anterior.

Tef: media jornada efectiva de trabajo considerando demoras, esto es 193,82 minutos.

T: jornada de trabajo de ocho horas diarias (480 min).

$$Rend = \frac{60 \text{ min}}{\text{Tiempo total} * \text{Partes que intervienen}} * \frac{2 * 193,82 \text{ min}}{480 \text{ min}}$$

$$Rend = \frac{48,455 \text{ min}}{\text{Tiempo total} * \text{Partes que intervienen}}$$

Una vez obtenido la fórmula final del rendimiento, se procede al cálculo para cada estructura y equipo medido. La siguiente tabla presenta algunos elementos por poste calculados y en el Anexo 5 la tabla completa.

TABLA 27. Cálculo de rendimientos

CÓDIGO UP-UC	Descripción	Tiempo total (min)	Cuadrillas	Recursos	Partes que intervienen	Rendimiento
ESV - 3SR	Estructura 22kV - Trifásica - Semicentrada - Retención	61,7	6,4	2	0,31	2,51
ESD - 3EP	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Pasante	18,1	6,4	2	0,31	8,57
TAV - 0TD	Tensor y anclaje 22kV - A tierra - Doble	48,8	6,4	3	0,47	2,12
PO0 - 0HC12_500	Poste - Hormigón armado - Circular 12m - Carga de rotura 500 kg	36,2	4	3	0,75	1,78
TRV - 1C10	Transformador 22kV - Monofásico - Convencional - 10kVA	165,1	6,4	3	0,47	0,63
SPV - 1S100_125E	Seccionamiento y protección 22kV - Monofásico - Seccionador - A equipo	35,6	6,4	2	0,31	4,36

2.5.2 Cálculo del precio unitario de mano de obra

El costo unitario de la mano de obra se define al pago de salarios reales efectuado por el contratista debido al trabajo realizado por el personal calificado en la ejecución de la obra.

Cálculo del Salario Hora Total SHT

Para este punto de análisis se considera el salario mínimo sectorial SMS establecido para este año. La Tabla 28 muestra el personal necesario para este proyecto con su respectivo salario, además se debe considerar las prestaciones sociales por ley y aportaciones al IESS.

TABLA 28. Salario mínimo sectorial para el personal calificado

CARGO / ACTIVIDAD	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2020
Ingeniero Eléctrico	\$ 465,51
Capataz Liniero / Operador de grúa	\$ 463,52
Liniero / Electricista	\$ 439,95
Ayudante	\$ 410,4

Para un ejemplo práctico, se calcula el salario hora de un Ingeniero Eléctrico y de la misma manera se procederá para los demás personales de obra.

$$\text{Salario unificado anual (SUA)} = \text{SMS} * 12$$

$$\text{SUA} = \$ 5.586,12$$

Posteriormente se presenta el cálculo de las prestaciones y aportaciones al IESS de manera anual.

$$\text{Décimo tercero anual (DTA)} = \text{SMS} = \$ 465,51$$

$$\text{Décimo cuarto anual (DCA)} = \text{SBU} = \$ 400,00$$

$$\text{Fondos de reserva anual (FRA)} = \text{SMS} = \$ 465,51$$

$$\text{Aporte al IESS anual (AIA)} = \text{SMS} * 11,15\% * 12 = \$ 622,85$$

$$\text{Salario real anual (SRA)} = \text{SUA} + \text{DTA} + \text{DCA} + \text{FRA} + \text{AIA}$$

$$\mathbf{SRA = \$ 7.539,99}$$

El factor de carga social FCS es la relación que existe entre el SRA con sus prestaciones y aporte al IESS sobre el SUA.

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

$$\mathbf{FCS = 1,35}$$

El factor de salario real FSR es la relación que existe entre el período considerado total PCT de días al año que son 365 sobre el período de trabajo real PTR que es el tiempo efectivo de trabajo y equivale 231 días y por el FCS.

$$FSR = \frac{PCT}{PTR} * FCS$$

$$\mathbf{FSR = 2,13}$$

El salario hora total SHT es fundamental para el cálculo de los precios unitarios debido a que es el aporte de cada uno de los trabajadores para el armado y montaje de estructuras o equipos en la obra, para eso, se procede a calcular el salario día total SDT y posterior el SHT.

$$SDT = \frac{SRA}{PTR} * FSR$$

$$SDT = \$ 69,61$$

$$SHT = \frac{SDT}{8}$$

$$SHT = \$ 8,70$$

En la Tabla 29 se representa de manera resumida el cálculo del SHT del Ingeniero Eléctrico y en el Anexo 6 el cálculo de los demás trabajadores.

TABLA 29. Salario hora total para Ingeniero Eléctrico

Descripción	Mensual	Anual
Salario unificado	\$ 465,51	\$ 5.586,12
Décimo tercero	\$ 38,79	\$ 465,51
Décimo cuarto	\$ 33,33	\$ 400,00
Fondos de reserva	\$ 38,79	\$ 465,51
Aporte al IESS	\$ 51,90	\$ 622,85
Salario real anual	\$ 7.539,99	
Factor de Carga Social FCS	1,35	
Período Considerado Total PCT	365 días	
Período de Trabajo Real PTR	231 días	
Factor de Salario Real FSR	2,13	
Salario diario con prestaciones	\$ 32,64	
Salario diario total SDT	\$ 69,61	
Salario Hora Total SHT	\$ 8,70	

Cálculo de mano de obra MO

Para el cálculo de MO se debe considerar el personal que interviene en cada trabajo y para lo cual se emplea las cuadrillas de trabajo representadas en la Tabla 26.

Por último, el cálculo de MO por estructura o equipo se emplea la siguiente ecuación.

$$MO = \frac{\Sigma SHT}{Rendimiento}$$

Un ejemplo del cálculo se muestra en la Tabla 30 con la estructura trifásica semicentrada retenida a 22 kV.

TABLA 30. Mano de obra de la ESV-3SR

Descripción	Cantidad	Salario Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
Ingeniero Eléctrico	0,4	\$ 8,70	\$ 3,48	2,51	\$ 1,39
Maestro Liniero	1	\$ 8,67	\$ 8,67	2,51	\$ 3,45
Liniero	2	\$ 7,87	\$ 15,74	2,51	\$ 6,26
Ayudante	3	\$ 7,78	\$ 23,34	2,51	\$ 9,29
TOTAL					\$ 20,39

Cálculo del Precio Unitario PU

El PU es el valor final que se le da al elemento por poste en la obra de redes eléctricas aéreas. Para poder determinar el PU es necesario sumar los costos directos e indirectos, los cuales tienen un porcentaje al costo directo de la mano de obra. Para el análisis de este proyecto se optó por los porcentajes en los costos directos e indirectos como se señala en la siguiente tabla.

TABLA 31. Porcentajes de costos directos e indirectos para el análisis de PU

Descripción	Porcentaje
Transporte	5%
Herramientas y equipos	35%
Utilidad	12%
Administrativos	10%
Imprevistos	3%
Seguros	2%
Financieros	3%

El PU es el valor que se le da a un bien por la mano de obra efectuada, considerando el personal que interviene para realizar dicho trabajo incluyendo los costos directos e indirectos de la mano de obra. La Tabla 32 muestra en resumen los elementos por poste calculados y en el Anexo 7 la tabla completa.

TABLA 32. PU de los elementos por poste

CÓDIGO UP-UC	Descripción	Mano de obra (USD)	Costos directos (40%)	Costos indirectos (30%)	P.U. (USD/unidad)
ESV - 3SR	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Retención	20,39	8,16	6,12	34,67
ESD - 3EP	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Pasante	5,98	2,39	1,79	10,16
TAV - 0TD	Tensor y anclaje 22 kV - A tierra - Doble	24,17	9,67	7,25	41,09
PO0 - 0HC12_500	Poste - Hormigón armado - Circular 12 m - Carga de rotura 500 kg	18,00	7,20	5,40	30,60
TRV - 1C10	Transformador 22 kV - Monofásico - Convencional - 10 kVA	81,82	32,73	24,55	139,10
SPV - 1S100_125E	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Seccionador - A equipo	11,76	4,71	3,53	19,99

Costo unitario de materiales

El proceso de construcción de redes eléctricas aéreas está constituido por mano de obra, herramientas, equipo y materiales con el fin de obtener un PU final, por lo tanto, los precios base de los materiales es un componente más del APU, estos precios deben ser actualizados constantemente debido a que varían conforme a los precios de mercado.

Los materiales utilizados son homologados por el MERNNR, ya sea en armado y montaje de estructuras (estructuras en media tensión y estructuras en baja tensión), para equipos (transformadores, seccionadores, luminarias, etc.), u otras actividades (excavaciones, puesta a tierra, etc.). Existen dos bases de precios de materiales; una base de precios de compra, que se obtienen de proveedores al momento de realizar las ofertas de trabajo y otra base de precios promedio, que es la que usa la CENTROSUR y de igual manera para el APU de este proyecto.

El Anexo 8 muestra la tabla completa de los materiales utilizados con sus respectivos precios unitarios.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROGRAMA

3.1 Descripción general

En este capítulo, se describe el aplicativo desarrollado en una hoja de cálculo de Excel en donde se utilizó las funciones de programación de búsqueda, matemáticas y estadísticas, con la finalidad de automatizar el cálculo de los precios unitarios.

La hoja de cálculo presenta lo siguiente:

- Base de datos.
- Unidades de propiedad y construcción UP-UC.
- Materiales.
- Inicio.

3.2 Sección de base de datos

En la base de datos se encuentra los datos específicos de cada unidad de construcción desarrollada de manera metodológica como está descrita en el capítulo 2.

Tabla de tiempos

Esta tabla almacena los tiempos de armado de cada elemento medido en la obra, además del cálculo de los tiempos estándares incluyendo las recomendaciones de la OIT de movilización, suplementos constantes y variables. Cada elemento medido consta de las

actividades realizadas basadas en micromovimientos, con el objetivo de tener una mayor eficiencia al momento del armado o montaje de estructuras, equipos u otras actividades.

Tabla de rendimientos

La tabla almacena, el personal calificado mediante las cuadrillas de trabajo usadas para realizar un trabajo en específico y los recursos necesarios que intervienen en el mismo, dando como resultado el rendimiento efectuado por cada elemento que constituye la construcción de redes eléctricas aéreas.

Tabla de precios unitarios de mano de obra

Para poder determinar los precios unitarios se considera los salarios mínimos sectoriales establecidos por el Ministerio de Trabajo para el presente año, incluyendo las prestaciones y aportaciones al IESS, además el cálculo incluye el salario real anual, mensual y diario para poder obtener el SHT de cada uno de los trabajadores. Se considera los días efectivos de trabajo de 231 días.

Otro punto para poder obtener el PU de mano de obra son los costos directos e indirectos que son parte fundamental para el resultado total de la mano de obra. Los costos varían dependiendo de la región, el tiempo y los precios de mercado, para poder realizar este proyecto se han optado por unos costos directos del 40% e indirectos del 30%, con el fin

de realizar el análisis de resultados de cada unidad de construcción con respecto a los precios de la CENTROSUR.

3.3 Sección de unidades de propiedad y construcción UP-UC

Las UP son grupos que abarcan las UC que están almacenadas en diferentes tablas de la hoja de cálculo. Cada tabla contiene lo siguiente:

- Número de tabla.
- Código identificador y su descripción.
- Lista de materiales y costo unitario.
- Mano de obra con el personal requerido de acuerdo al tipo de trabajo.
- Costos directos e indirectos con respecto a la mano de obra.
- Precio unitario total de mano de obra y materiales.
- Tiempo de obra de acuerdo al tipo de trabajo, incluye movilización y concesiones de la OIT.

Cabe aclarar que los precios de mano de obra y materiales no incluyen IVA.

El número total de UC que se ha logrado obtener para el desarrollo de este proyecto y su análisis son de 47 muestras. A continuación, se presenta el listado de las UC.

Alumbrado Público AP

- Luminaria de sodio, 150 W, autocontrolada, doble nivel de potencia.
- Luminaria de sodio, 250 W, autocontrolada, doble nivel de potencia.
- Luminaria de sodio, 150 W, autocontrolada, potencia constante.
- Luminaria de sodio, 250 W, autocontrolada, potencia constante.

Estructuras ES

- Estructura monofásica centrada pasante a 22 kV.
- Estructura monofásica centrada angular a 22 kV.
- Estructura monofásica centrada con retención a 22 kV.
- Estructura monofásica centrada con doble retención a 22 kV.
- Estructura trifásica en volado pasante a 22 kV.
- Estructura trifásica en volado angular a 22 kV.
- Estructura trifásica en volado con retención a 22 kV.
- Estructura trifásica semicentrada pasante a 22 kV.
- Estructura trifásica semicentrada angular a 22 kV.
- Estructura trifásica semicentrada con doble retención a 22 kV.
- Estructura trifásica semicentrada con retención a 22 kV.
- Estructura una vía vertical pasante.
- Estructura una vía vertical con retención.
- Estructura una vía vertical con doble retención.

- Estructura tres vías vertical pasante.
- Estructura tres vías vertical con retención.
- Estructura tres vías vertical con doble retención.
- Estructura cuatro vías vertical pasante.
- Estructura cuatro vías vertical con retención.
- Estructura cuatro vías vertical con doble retención.

Puesta a Tierra PT

- Puesta a tierra, conductor de cobre desnudo 2 AWG, una varilla.
- Puesta a tierra, conductor de cobre desnudo 2 AWG, dos varillas.

Tensores y Anclajes TA

- A tierra doble.
- A tierra simple en medio voltaje.
- A tierra simple en bajo voltaje.

Seccionamiento y Protección SP

- Seccionador para una fase, conexión a equipo.
- Seccionador para una fase, conexión a red.
- Pararrayo para una fase, conexión a equipo.
- Seccionador para tres fases, conexión a red.

Transformadores TR

- Transformador monofásico convencional en poste de 10 kVA.
- Transformador monofásico convencional en poste de 37,5 kVA.
- Transformador monofásico autoprotegido en poste de 25 kVA.
- Transformador monofásico autoprotegido en poste de 50 kVA.

Medidores ME

- Medidor 2F-3H electrónico, forma 2A.
- Centralizado, dos medidores 2F-3H electrónico, forma 2A.
- Centralizado, tres medidores 2F-3H electrónico, forma 2A.

Postes PO

- Poste de hormigón armado circular de 10 m, carga de rotura de 400 kg.
- Poste de hormigón armado circular de 12 m, carga de rotura de 500 kg.

Excavaciones EXC

- Excavación para poste en terreno normal.
- Excavación para tensor en terreno normal.

Conductores CO

- Conductor tipo ACSR # 2.
- Conductor tipo ACSR # 1/0.
- Conductor tipo ACSR # 3/0.

3.4 Sección de materiales

En la sección de materiales, la hoja de cálculo muestra la lista completa con su costo unitario y subtotal, estos precios son los que maneja la CENTROSUR para las ofertas de contratación pública, la Tabla 33 presenta algunos materiales y en el Anexo 8 la tabla completa con 69 elementos. Para obtener la cantidad de materiales primero se debe ingresar la cantidad de UC en la sección de inicio.

TABLA 33. Lista de materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	SUBTOTAL
1	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	c/u	\$ 4,67	0	\$ -
2	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	c/u	\$ 5,14	0	\$ -
3	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	c/u	\$ 5,48	0	\$ -
4	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	c/u	\$ 5,85	0	\$ -
5	Aislador de retenida, porcelana, ANSI 54-3	c/u	\$ 3,16	0	\$ -
6	Aislador de suspensión, caucho siliconado, 25 kV, ANSI DS-28	c/u	\$ 16,25	0	\$ -
7	Aislador tipo espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 25 kV, ANSI 56-1	c/u	\$ 9,80	0	\$ -
8	Aislador tipo rollo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2	c/u	\$ 0,50	0	\$ -

3.5 Sección de inicio

En la pantalla de inicio existen celdas resaltadas en color azul que sirven para el ingreso de datos. En la primera parte, se ingresa el nombre de la oferta económica y el nombre del oferente, la fecha se actualiza de manera automática al ingresar al programa.

ANÁLISIS Y MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA AÉREAS, EN MEDIO VOLTAJE Y TENDIDO DE CONDUCTOR, PARA VALIDACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

A.P.U.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA
ECUADOR

OFERENTE: Fecha:

Figura 8. Ingreso de datos.

La lista de oferta económica presenta la mano de obra por cada UC con su PU, en la celda de cantidad se ingresa el número necesario por obra. A continuación se muestra la lista completa de la mano de obra obtenida en el APU.

- Montaje e instalación de luminaria, Na, 150 W, autocontrolada, DNP.
- Montaje e instalación de luminaria, Na, 250 W, autocontrolada, DNP.
- Montaje e instalación de luminaria, Na, 150 W, autocontrolada, PC.
- Montaje e instalación de luminaria, Na, 250 W, autocontrolada, PC.
- Montaje de estructura monofásica centrada pasante a 22 kV.

- Montaje de estructura monofásica centrada angular a 22 kV.
- Montaje de estructura monofásica centrada con retención a 22 kV.
- Montaje de estructura monofásica centrada con doble retención a 22 kV.
- Montaje de estructura trifásica en volado pasante a 22 kV.
- Montaje de estructura trifásica en volado angular a 22 kV.
- Montaje de estructura trifásica en volado con retención a 22 kV.
- Montaje de estructura trifásica semicentrada pasante a 22 kV.
- Montaje de estructura trifásica semicentrada angular a 22 kV.
- Montaje de estructura trifásica semicentrada con doble retención a 22 kV.
- Montaje de estructura trifásica semicentrada con retención a 22 kV.
- Montaje de estructura una vía vertical pasante.
- Montaje de estructura una vía vertical con retención.
- Montaje de estructura una vía vertical con doble retención.
- Montaje de estructura tres vías vertical pasante.
- Montaje de estructura tres vías vertical con retención.
- Montaje de estructura tres vías vertical con doble retención.
- Montaje de estructura cuatro vías vertical pasante.
- Montaje de estructura cuatro vías vertical con retención.
- Montaje de estructura cuatro vías vertical con doble retención.
- Puesta a tierra con una varilla.
- Puesta a tierra con dos varillas.
- Montaje de tensor doble, incluye colocación y retacado de ancla.

- Montaje de tensor simple en MV, incluye colocación y retacado de ancla.
- Montaje de tensor simple en BV, incluye colocación y retacado de ancla.
- Montaje e instalación de seccionador, una fase, conexión a equipo.
- Montaje e instalación de seccionador, una fase, conexión a red.
- Montaje e instalación de pararrayo, una fase, conexión a equipo.
- Montaje e instalación de seccionador, tres fases, conexión a red.
- Montaje e instalación de transformador monofásico, convencional de 10 kVA.
- Montaje e instalación de transformador monofásico, convencional de 37,5 kVA.
- Montaje e instalación de transformador monofásico, autoprotegido de 25 kVA.
- Montaje e instalación de transformador monofásico, autoprotegido de 50 kVA.
- Instalación de medidor 2F-3H, electrónico, forma 2A.
- Instalación de centralizado, dos medidores 2F-3H, electrónico, forma 2A.
- Instalación de centralizado, tres medidores 2F-3H, electrónico, forma 2A.
- Izado y retacado de poste de hormigón armado circular de 10 m.
- Izado y retacado de poste de hormigón armado circular de 12 m.
- Carga, transporte y descarga de poste de hormigón armado.
- Excavación para poste en terreno normal, incluye suministro y acopio de piedras.
- Excavación para tensor en terreno normal, incluye suministro y acopio de piedras.
- Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 2 AWG.
- Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 1/0 AWG.
- Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 3/0 AWG.
- Replanteo.

El rubro de carga, transporte y descarga de postes, así como el de replanteo se tomaron como referencia de la CENTROSUR.

En la parte inferior izquierda de la pantalla de inicio se ingresan los parámetros de costos directos e indirectos y dependerá de cada oferente. En la parte inferior derecha se muestra los resultados de la oferta, así como el tiempo de obra, tal como se observa en la Tabla 34 y 35 respectivamente.

TABLA 34. Ingreso de datos

COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS		
DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	SUBTOTAL
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		\$ -
TRANSPORTE		\$ -
UTILIDAD		\$ -
ADMINISTRATIVOS		\$ -
FINANCIEROS		\$ -
IMPREVISTOS		\$ -
SEGUROS		\$ -
TOTAL		\$ -

TABLA 35. Resultados de obra

RESULTADOS		
DESCRIPCIÓN	COSTO	
SUBTOTAL MANO DE OBRA	\$ -	
TOTAL MANO DE OBRA	\$ -	
TOTAL MATERIALES	\$ -	
TOTAL PROYECTO	\$ -	
TOTAL PROYECTO CON IVA 12%	\$ -	
TIEMPO DE OBRA	0,0	DÍAS

Para el cálculo del tiempo de obra se toma en cuenta el tiempo real de la jornada efectiva de trabajo, puesto que en un día laboral existen demoras por condiciones propias de trabajo, refrigerios, tráfico vehicular u otras demoras. Para el tiempo de obra en días se debe realizar la conversión correspondiente debido a que los tiempos de armado se encuentran registrados en minutos.

Cálculo de la jornada efectiva hora:

$$T = T_{ef} * 2$$

$$T = 387,64 \text{ min}$$

$$T = 387,64 \text{ min} * \frac{1h}{60min}$$

$$T = 6,46h$$

Cálculo del tiempo total de obra en días:

$$T_{to} = \Sigma te(\text{min}) * \frac{1h}{60min} * \frac{1día}{6,46h}$$

$$T_{to} = \frac{\Sigma te}{387,64} \text{ días}$$

Siendo:

T_{ef}: media jornada efectiva de trabajo considerando demoras, esto es 193,82 minutos.

T: jornada efectiva en horas.

te: tiempo estándar de cada UC en minutos.

T_{to}: tiempo total de obra en días.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Descripción

En este capítulo, se realiza el análisis de los PUs de mano de obra obtenidos en este proyecto y comparados a los PUs de la CENTROSUR que son los vigentes del 2019 y hasta el término de este trabajo no han sido actualizados.

4.2 Análisis de resultados

Para el análisis se optó por tablas comparativas de cada UP con el porcentaje de variación con respecto a la CENTROSUR, además de un gráfico en columnas agrupadas como información adicional.

4.2.1 Alumbrado Público

Para el caso de las luminarias de 150 W en DNP y PC tienen un porcentaje máximo de +7% y las luminarias de 250 W un máximo de -19%. Resulta ver que la CENTROSUR dispone un rubro más alto en las lámparas de 250 W, esto debido a una posible consideración por su mayor peso y por ende esfuerzo físico al momento del montaje.

TABLA 36. Precios unitarios comparativos para alumbrado público

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
APD - 0PLS150AD	c/u	Luminaria, Na, 150W, autocontrolada, DNP	\$ 17,27	\$ 18,23	6%
APD - 0PLS250AD	c/u	Luminaria, Na, 250W, autocontrolada, DNP	\$ 26,17	\$ 21,33	-19%
APD - 0PLS150AC	c/u	Luminaria, Na, 150W, autocontrolada, PC	\$ 17,27	\$ 18,54	7%
APD - 0PLS250AC	c/u	Luminaria, Na, 250W, autocontrolada, PC	\$ 26,17	\$ 21,64	-17%

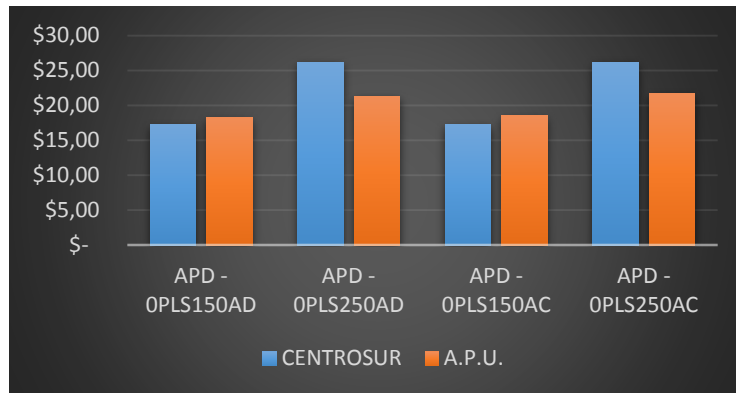


Figura 9. Precios unitarios comparativos para alumbrado público.

4.2.2 Estructuras monofásicas en MV

Para este tipo de estructuras los precios varían del -2% al -5%, teniendo la CENTROSUR sus costos mayores pero no considerables con respecto a los del A.P.U.

TABLA 37. Precios unitarios comparativos para estructuras monofásicas en MV

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
ESV - 1CP	c/u	Estructura monofásica centrada pasante a 22 kV	\$ 7,65	\$ 7,35	-4%
ESV - 1CA	c/u	Estructura monofásica centrada angular a 22 kV	\$ 8,88	\$ 8,52	-4%
ESV - 1CR	c/u	Estructura monofásica centrada con retención a 22 kV	\$ 8,39	\$ 7,94	-5%
ESV - 1CD	c/u	Estructura monofásica centrada con doble retención a 22 kV	\$ 12,58	\$ 12,35	-2%

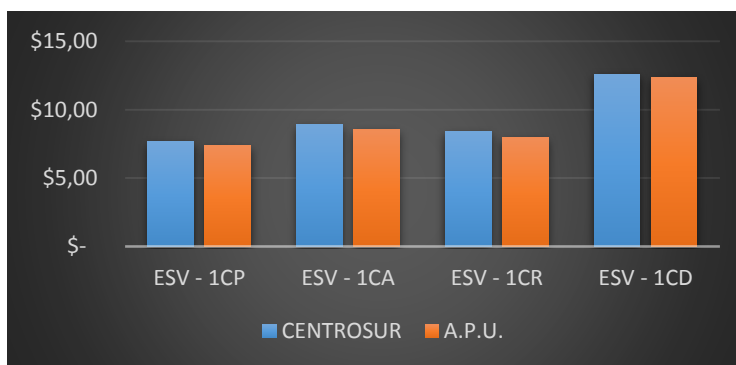


Figura 10. Precios unitarios comparativos para estructuras monofásicas en MV.

4.2.3 Estructuras trifásicas en MV

En este tipo de estructuras se observa que el rango varía de +20% a +32%, siendo los precios del A.P.U. superiores a los de la CENTROSUR.

TABLA 38. Precios unitarios comparativos para estructuras trifásicas en MV

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
ESV - 3VP	c/u	Estructura trifásica en volado pasante a 22 kV	\$ 19,00	\$ 23,79	25%
ESV - 3VA	c/u	Estructura trifásica en volado angular a 22 kV	\$ 34,05	\$ 42,50	25%
ESV - 3VR	c/u	Estructura trifásica en volado con retención a 22 kV	\$ 30,36	\$ 36,48	20%
ESV - 3SP	c/u	Estructura trifásica semicentrada pasante a 22 kV	\$ 17,76	\$ 23,48	32%
ESV - 3SA	c/u	Estructura trifásica semicentrada angular a 22 kV	\$ 31,58	\$ 40,09	27%
ESV - 3SD	c/u	Estructura trifásica semicentrada con doble retención a 22 kV	\$ 32,81	\$ 41,90	28%
ESV - 3SR	c/u	Estructura trifásica semicentrada con retención a 22 kV	\$ 27,88	\$ 34,67	24%

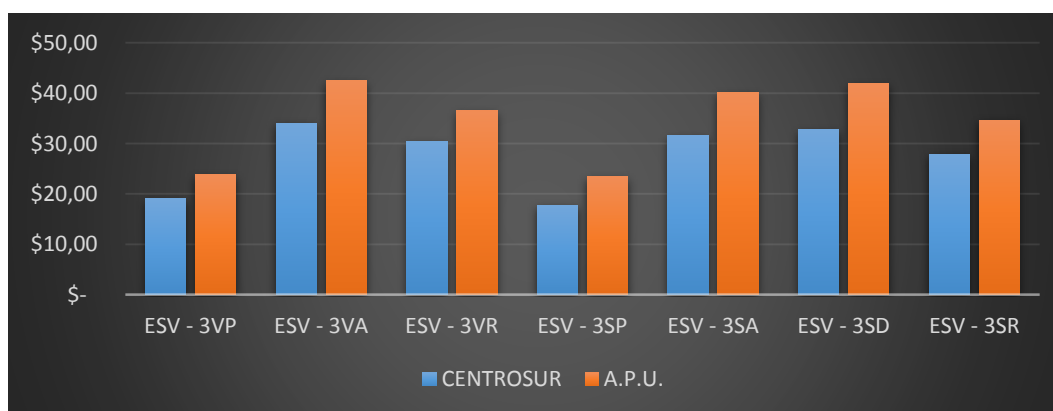


Figura 11. Precios unitarios comparativos para estructuras trifásicas en MV.

4.2.4 Estructuras en BV

Para las estructuras de una vía la CENTROSUR tiene un mayor costo que varía de -8% a -17%. Mientras que para tres y cuatro vías el porcentaje varía de +18% a +29% y +33% a +46% respectivamente, lo que indica que para estas estructuras el costo aumenta.

TABLA 39. Precios unitarios comparativos para estructuras en BV

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
ESE - 1EP	c/u	Estructura una vía vertical pasante	\$ 6,41	\$ 5,41	-16%
ESE - 1ER	c/u	Estructura una vía vertical con retención	\$ 6,88	\$ 5,69	-17%
ESE - 1ED	c/u	Estructura una vía vertical con doble retención	\$ 7,15	\$ 6,55	-8%
ESD - 3EP	c/u	Estructura tres vías vertical pasante	\$ 8,14	\$ 10,16	25%
ESD - 3ER	c/u	Estructura tres vías vertical con retención	\$ 8,85	\$ 10,45	18%
ESD - 3ED	c/u	Estructura tres vías vertical con doble retención	\$ 10,12	\$ 13,06	29%
ESD - 4EP	c/u	Estructura cuatro vías vertical pasante	\$ 8,63	\$ 11,76	36%
ESD - 4ER	c/u	Estructura cuatro vías vertical con retención	\$ 8,63	\$ 11,46	33%
ESD - 4ED	c/u	Estructura cuatro vías vertical con doble retención	\$ 11,10	\$ 16,17	46%

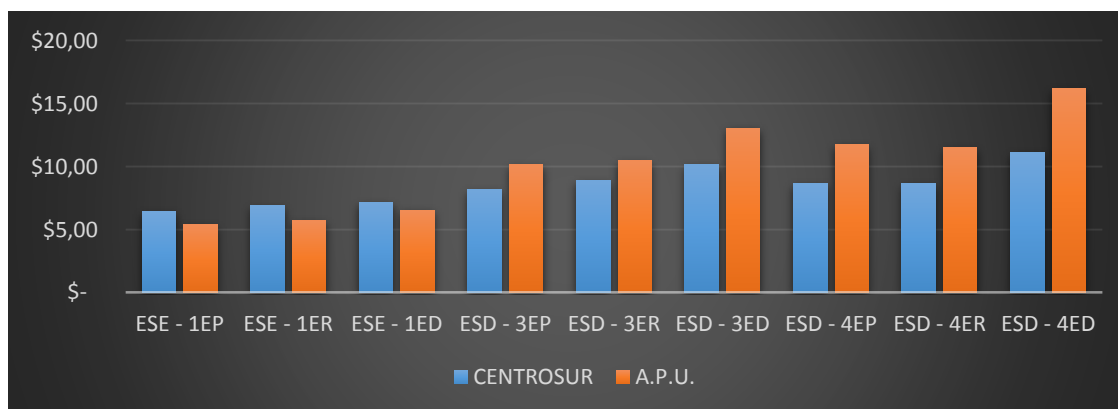


Figura 12. Precios unitarios comparativos para estructuras en BV.

4.2.5 Puesta a Tierra

El precio obtenido para la mano de obra de puesta a tierra con una varilla representa el +64% respecto al precio de la CENTROSUR y de igual manera para dos varillas el +22%. Lo que significa que el costo de mano de obra así como el del tiempo de obra requerido aumentan en el A.P.U.

TABLA 40. Precios unitarios comparativos para puesta a tierra

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
PT0 - 0DC2_1	c/u	Puesta a tierra con una varilla	\$ 13,08	\$ 21,49	64%
PT0 - 0DC2_2	c/u	Puesta a tierra con dos varillas	\$ 26,16	\$ 31,95	22%

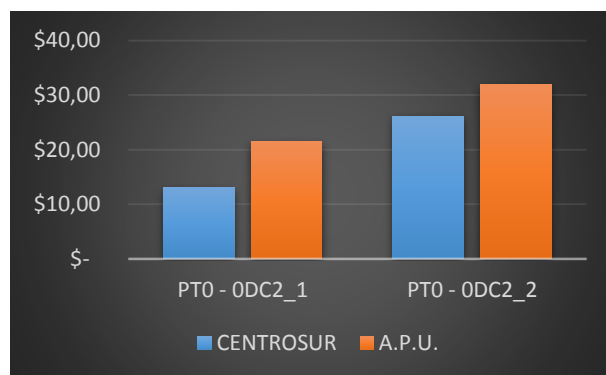


Figura 13. Precios unitarios comparativos para puesta a tierra.

4.2.6 Tensores y Anclajes

En esta parte la CENTROSUR considera el montaje de tensores como un solo rubro, y la colocación y retacado de anclas otro rubro, mientras que en el A.P.U. estos dos costos son un solo valor. Por lo tanto, los dos costos de la CENTROSUR se suman para poder realizar

el análisis. Dando como resultado un rango del -9% al +9%, lo que en general no tiene una mayor variación.

TABLA 41. Precios unitarios comparativos para tensores y anclajes

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
TAV - 0TD	c/u	Tensor doble, incluye colocación y retacado de ancla	\$ 37,84	\$ 41,09	9%
TAV - 0TS	c/u	Tensor simple en MV, incluye colocación y retacado de ancla	\$ 29,17	\$ 30,52	5%
TAD - 0TS	c/u	Tensor simple en BV, incluye colocación y retacado de ancla	\$ 29,17	\$ 26,41	-9%

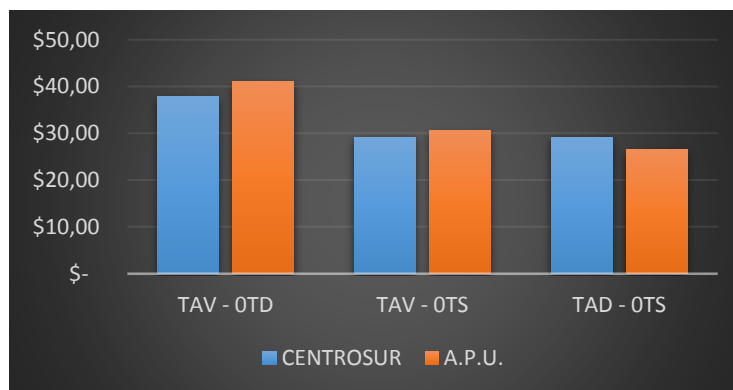


Figura 14. Precios unitarios comparativos para tensores y anclajes.

4.2.7 Seccionamiento y Protección

Los precios unitarios para el montaje de seccionadores y pararrayos de una sola fase no se obtienen mayores variaciones, pues su rango va de -5% a +4%, siendo el valor de $\pm \$1$. Por otro lado, el PU del montaje para seccionadores de tres fases resulta con un porcentaje de +20% mayor al valor que emplea la CENTROSUR, siendo de \$7,30.

TABLA 42. Precios unitarios comparativos para seccionamiento y protección

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
SPV - 1S100_125E	c/u	Seccionador, una fase, conexión a equipo	\$ 20,97	\$ 19,99	-5%
SPV - 1S100_125R	c/u	Seccionador, una fase, conexión a red	\$ 20,97	\$ 21,75	4%
SPV - 1P18_125E	c/u	Pararrayo, una fase, conexión a equipo	\$ 12,34	\$ 11,87	-4%
SPV - 3S100_125R	c/u	Seccionador, tres fases, conexión a red	\$ 37,01	\$ 44,31	20%

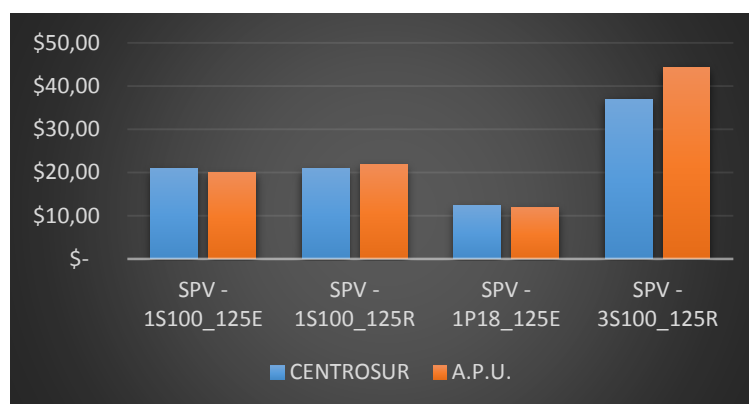


Figura 15. Precios unitarios comparativos para seccionamiento y protección.

4.2.8 Transformadores

Para el montaje de transformadores, los PUs de mano de obra del A.P.U. son mayores a los de la CENTROSUR, siendo el rango de +6% a +21%.

TABLA 43. Precios unitarios comparativos para transformadores

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
TRV - 1C10	c/u	Transformador monofásico, convencional de 10 kVA	\$ 122,98	\$ 139,10	13%
TRV - 1C37,5	c/u	Transformador monofásico, convencional de 37,5 kVA	\$ 142,10	\$ 158,61	12%
TRV - 1A25	c/u	Transformador monofásico, autoprotegido de 25 kVA	\$ 101,98	\$ 123,41	21%
TRV - 1A50	c/u	Transformador monofásico, autoprotegido de 50 kVA	\$ 141,60	\$ 149,70	6%

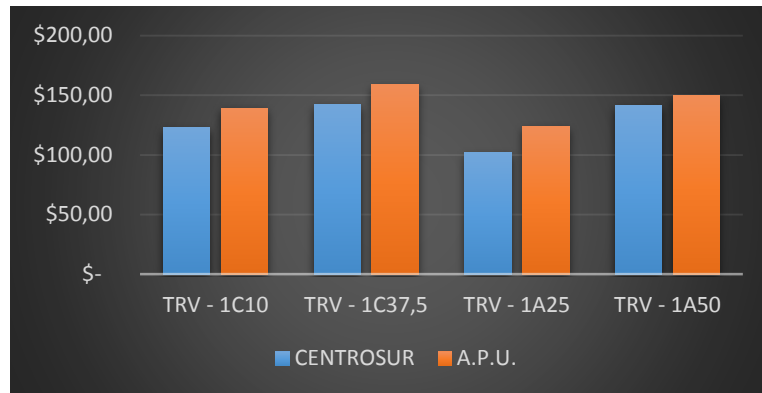


Figura 16. Precios unitarios comparativos para transformadores.

4.2.9 Medidores

Para medidores, el costo de instalación de un medidor es ligeramente menor en el A.P.U. con respecto al de la CENTROSUR, con un porcentaje de -3%. Para el centralizado de dos medidores, el costo aumenta en el A.P.U. con un porcentaje de +16%. Y finalmente para el centralizado de tres medidores el valor aumenta en el A.P.U con respecto al valor de la CENTROSUR, con un porcentaje de +30% que equivale alrededor de \$14.

TABLA 44. Precios unitarios comparativos para medidores

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
MED - 2E100_2A_1	c/u	Medidor 2F-3H, electrónico, forma 2A	\$ 22,03	\$ 21,40	-3%
MED - 2E100_2A_2	c/u	Centralizado, dos medidores 2F-3H, electrónico, forma 2A	\$ 37,21	\$ 43,08	16%
MED - 2E100_2A_3	c/u	Centralizado, tres medidores 2F-3H, electrónico, forma 2A	\$ 44,73	\$ 58,37	30%

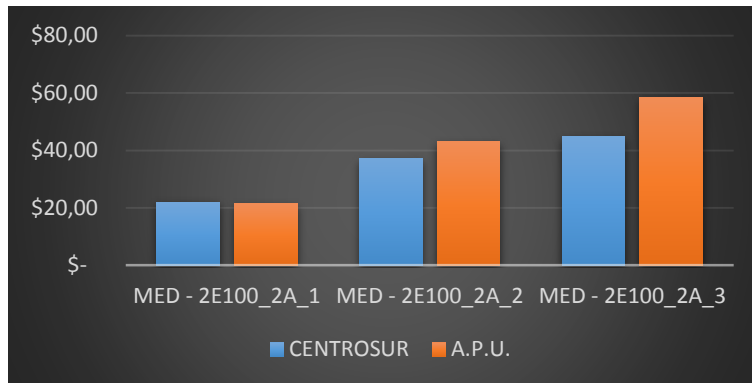


Figura 17. Precios unitarios comparativos para medidores.

4.2.10 Postes

En postes, los precios unitarios de mano de obra por izado y retacado no tiene mayor variación, con un rango de porcentaje de -3% a -5% con respecto a los precios de la CENTROSUR.

TABLA 45. Precios unitarios comparativos para postes

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
PO0 - 0HC10_400	c/u	Izado y retacado de poste de hormigón armado circular de 10 m	\$ 31,45	\$ 30,01	-5%
PO0 - 0HC12_500	c/u	Izado y retacado de poste de hormigón armado circular de 12 m	\$ 31,45	\$ 30,60	-3%

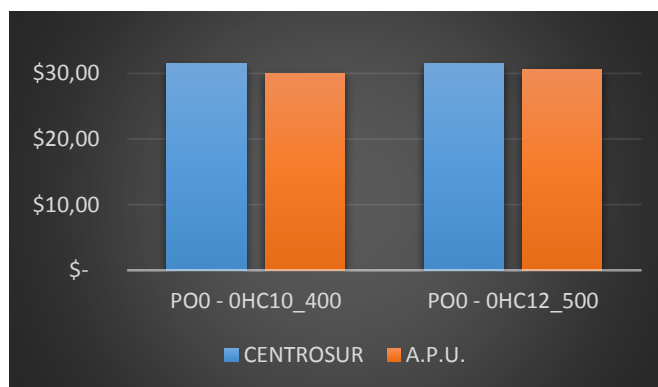


Figura 18. Precios unitarios comparativos para postes.

4.2.11 Excavaciones

Para excavaciones, la CENTROSUR considera la excavación como un solo rubro y el acopio y recolección de piedras otro rubro, mientras que en el A.P.U. los tiempos de excavación, acopio y recolección de piedras se tomaron conjuntamente como un solo rubro. Por lo tanto, los costos de excavación y recolección de piedras de la CENTROSUR se suman para poder realizar el análisis. Dando como resultado un rango de +8% a +10%, lo que en general no tiene una mayor variación en los precios del A.P.U.

TABLA 46. Precios unitarios comparativos para excavaciones

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
EXC - P_TN	c/u	Excavación para poste en terreno normal, incluye suministro y acopio de piedras	\$ 30,66	\$ 33,17	8%
EXC - T_TN	c/u	Excavación para tensor en terreno normal, incluye suministro y acopio de piedras	\$ 36,20	\$ 39,85	10%

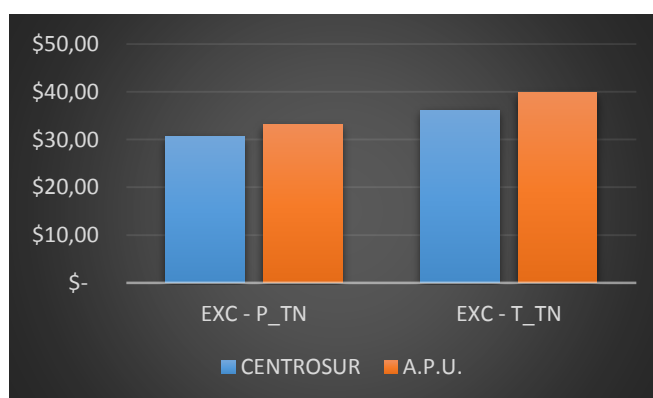


Figura 19. Precios unitarios comparativos para excavaciones.

4.2.12 Conductores

Para los precios de mano de obra en tendido, calibración y amarre del conductor se observa que el rango de porcentaje varía de +2% a +10% con respecto a los precios de la CENTROSUR, lo que significa, que los tiempos de obra son muy parecidos entre sí. Los costos tienden a subir en el A.P.U debido a los salarios actualizados de este año, ya que los precios de la CENTROSUR aún corresponden a los del año 2019.

TABLA 47. Precios unitarios comparativos para conductores

CÓDIGO	U	DESCRIPCIÓN	CENTROSUR	A.P.U.	VARIACIÓN
CO0 - 0B1x2	km	Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 2 AWG	\$ 334,75	\$ 368,11	10%
CO0 - 0B1x1/0	km	Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 1/0 AWG	\$ 376,79	\$ 395,82	5%
CO0 - 0B1x3/0	km	Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 3/0 AWG	\$ 461,60	\$ 470,46	2%

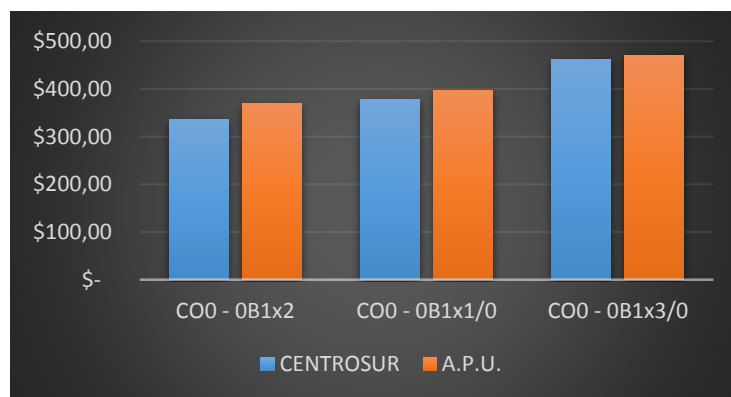


Figura 20. Precios unitarios comparativos para conductores.

CONCLUSIONES

Para un correcto análisis de precios unitarios es recomendable contar con el apoyo y conocimiento de Ingenieros Eléctricos con una amplia experiencia en la ejecución de proyectos en los regímenes de contratación pública y privada en Redes de Distribución, con la finalidad de tener una mejor eficiencia en la toma de tiempos, poder recibir opiniones, observaciones y sugerencias, para el buen desarrollo de una hoja de cálculo que sea práctica.

Al momento de tomar los tiempos de obra, ya sea en armado y montaje de estructuras (estructuras en media tensión y estructuras en baja tensión), para equipos (transformadores, seccionadores, luminarias, etc.), u otras actividades (excavaciones, puesta a tierra, etc.), se consideran las muestras representativas y se eliminan los tiempos que no tenían justificación con criterios previamente analizados.

Varios de los tiempos considerados en el presente estudio para el armado, montaje, instalación u otras actividades, tienen similitud con los aplicados por la CENTROSUR, sin embargo hay otros que han sido analizados y requieren menor o mayor tiempo, lo que se ve reflejado en el precio unitario final.

En algunos casos, el PU se determina la variación en rangos que oscilan alrededor del 20%, la que pudo ser debido a la influencia de las condiciones climáticas de la región Sierra y la Amazonia, en donde fueron tomados los tiempos, pero también hay la probabilidad de

introducción de diferencias por la técnica o la habilidad aplicada por cada liniero. Si bien, una buena medición de los tiempos ha sido fundamental para el análisis, existen varios elementos a considerar, como son; la movilización, el traslado de personal y materiales, las concesiones por la OIT, el personal requerido, sus salarios y los costos directos e indirectos.

Los precios unitarios que se han analizado, en su mayoría representan un costo superior con respecto a los aprobados en la CENTROSUR, esto debido a que para el análisis se tomaron como referencia los salarios mínimos sectoriales del año en curso, mientras que la CENTROSUR aún aplica los precios del año 2019 y hasta el término de este proyecto investigativo no han sido actualizados.

En la parte de análisis de resultados se observa que los porcentajes tienen diferentes variaciones, pero hay que tener en cuenta, que un porcentaje de +10% en una estructura de BV no será igual en comparación con el mismo porcentaje para el tendido, calibración y amarre de conductores, esto debido a que ambos manejan distintos rubros. Por lo que en la estructura de BV la variación de costo será menor en comparación al tendido del conductor.

Cabe resaltar, que el análisis se lo realizó en sitio y no se considera el factor distancia, en donde se ve reflejado el tiempo y costo del traslado de los materiales desde la CENTROSUR hacia el punto de obra, así como el costo del personal por traslado y hospedaje si fuera el caso. Sin embargo, para este análisis se toma en cuenta un transporte de 5% que se ve reflejado en los costos directos.

Con la aplicación del método por micromovimientos en el armado y montaje de estructuras, equipos u otras actividades, se logra que los procesos constructivos tengan una mayor eficiencia evitando pérdida de tiempo y recursos.

Para este trabajo investigativo, las obras consideradas para el análisis son nuevas, a diferencia de una mejora donde ya existen redes eléctricas, de comunicaciones y telefonía, por lo que la toma de tiempos y análisis deberán ser diferentes.

RECOMENDACIONES

Para tener una hoja de cálculo más completa se recomienda aumentar el número de elementos, así como la cantidad de muestras de tiempos, mejorando el error y el nivel de confianza. Esto sería factible si se contara con una mayor información en obras eléctricas y la ayuda de más Ingenieros dedicados a este tipo de trabajo para en un futuro tener una base de datos completa con una mejora continua en las técnicas de construcción y procesos de mantenimiento preventivo.

Además de los PUs en redes eléctricas nuevas se puede realizar un análisis para la repotenciación de obras ya existentes, con la opción de poder reutilizar materiales en buen estado, evitando así desperdicio de recursos y mejorando costos.

De la misma manera que se realizó la metodología para el cálculo de PUs en redes eléctricas aéreas, se podría realizar una analogía para el cálculo de redes de distribución subterránea, esto debido a que no se cuenta con precios estándar.

Los profesionales del libre ejercicio, antes de participar en los concursos que se realizan tanto en el campo privado como público, deberán realizar los análisis adecuados de costos, para lo cual podrán hacer una visita al sitio y contando con herramientas actualizadas para un cálculo de precios unitarios y de rendimientos adecuados, previo al emitir sus ofertas.

Los salarios mínimos sectoriales deberían ser revisados por el Ministerio de Trabajo ya que no reflejan la realidad de la retribución al esfuerzo, riesgos y especialización.

LISTA DE REFERENCIAS

- [1] Comisión de Homologación de las Unidades de Propiedad, “Homologación de las Unidades de Propiedad UP y Unidades de Construcción UC del Sistema de Distribución Eléctrica”, Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables MERNNR, 2013.
- [2] Josep Crespelli Serra, “Replanteo de obras de edificación”, 1ra. ed. España. 2012, p23.
- [3] Adriana Cleva, “Replanteo Planimétrico y Altimétrico en Obras” 2010. <https://es.slideshare.net/adrianacleva/replanteo-de-obras>
- [4] Generador de precios de la construcción. Ecuador. CYPE Ingenieros, S.A. <http://www.ecuador.generadordeprecios.info/>
- [5] Enriquez Harper G. “Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales”, 2da. ed. Limosa, México, 2010. p440.
- [6] Jaime Pineda, Xavier Sinchi, “Manual para el cálculo de precios unitarios en instalaciones eléctricas residenciales”, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca-Ecuador, 2012, p95.
- [7] G. Kanawaty, “Introducción al estudio del trabajo”, 4ta Edición, México: Limusa, 2011.
- [8] MEYERS Fred E, “Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil”, 2º Edición, Prentice Hall, México 2000.
- [9] NIEBEL, Benjamin, FREIVALDS Andris, “Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo”, Décima edición, Editorial: Alfaomega, México, D.F., 2001, p728.
- [10] Fernando Viteri, “Análisis y propuesta de estandarización de precios unitarios para la construcción de redes de distribución eléctrica aérea hasta 13.8 kV”, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Sede Guayaquil-Ecuador, 2016.
- [11] Kléver Vargas, “Homologación de precios unitarios para la construcción de redes eléctricas aéreas de distribución en el Ecuador”, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca-Ecuador, 2015.
- [12] S. R. Castaño, “Redes de Distribución de Energía”.
- [13] Arconel, “Plan Maestro de Electrificación 2013-2022”.

- [14] Juan Abril, Marco Guñay, “Análisis de precios unitarios a través de micromovimientos aplicado a la dirección de distribución de la empresa eléctrica regional centrosur”, Universidad de Cuenca, 2013.
- [15] “Constitución de la República del Ecuador”, Art. 328, Montecristi-Ecuador, Octubre de 2008, p98.
- [16] “Código de Trabajo”, Art. 117, Quito-Ecuador, Marzo de 2016, p37.
- [17] “Registro Oficial”, Suplemento No. 113, Quito-Ecuador, Enero de 2020, p12.
- [18] “Registro Oficial”, Suplemento No. 120, Quito-Ecuador, Enero de 2020, p72.
- [19] “Código de Trabajo”, Art. 111, Quito-Ecuador, Marzo de 2016, p35.
- [20] “Código de Trabajo”, Art. 113, Quito-Ecuador, Marzo de 2016, p36.
- [21] “Código de Trabajo”, Art. 196, Quito-Ecuador, Marzo de 2016, p64.
- [22] Juan Ugalde Delgado, “Mejora del sistema de precios unitarios en la CENTROSUR para ensamblaje de redes de distribución a través de micromovimientos de componentes”, Universidad de Cuenca, 2013.
- [23] “Registro Oficial”, Suplemento No. 255, Quito-Ecuador, Junio de 2018.

ANEXOS

**ANEXO 1: FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS EN LA OBRA
DE REDES ELÉCTRICAS AÉREAS**

TABLA 48. Formulario para el registro de tiempos

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR:			FECHA:		
UBICACIÓN:			UNIDAD DE PROPIEDAD:		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)

ANEXO 2: MICROMOVIMIENTOS

TABLA 49. Micromovimientos usados en la obra de redes eléctricas aéreas

Ítem	Descripción
1	Excavación para poste en terreno normal
2	Excavación para tensor en terreno normal
3	Suministro y acopio de piedras
4	Izado y retacado de poste
5	Subir y bajar del poste
6	Armar luminaria
7	Montaje e instalación de luminaria
8	Armar y ajustar abrazadera con perno pin punta de poste simple
9	Colocar aislador espiga pin
10	Armar y ajustar abrazadera con perno pin punta de poste doble
11	Colocar y ajustar abrazadera 3 pernos
12	Colocar y ajustar abrazadera 4 pernos
13	Colocar y ajustar perno pin
14	Armar y colocar aislador de suspensión siliconado
15	Armar bastidor de tres vías
16	Armar bastidor de cuatro vías
17	Colocar y ajustar bastidor de tres vías
18	Colocar y ajustar bastidor de cuatro vías
19	Colocar aislador tipo rollo
20	Colocar retención preformada
21	Armar cruceta simple
22	Armar cruceta doble
23	Colocar y sujetar cruceta simple
24	Colocar y ajustar cruceta doble
25	Colocar y sujetar pie de amigo simple
26	Colocar y ajustar pie de amigo doble
27	Alistar y subir transformador con carro
28	Colocar y ajustar transformador
29	Instalar transformador
30	Armar y ajustar seccionador
31	Colocar y ajustar pararrayo
32	Instalar seccionador
33	Instalar pararrayo
34	Excavar para puesta a tierra
35	Enterrar varilla para puesta a tierra
36	Instalar puesta a tierra

37	Armar y colocar varilla de anclaje con ancla
38	Armar y tensar cable de acero galvanizado
39	Colocar medidor
40	Tendido de acometida
41	Instalar medidor
42	Tendido de cable
43	Calibración del conductor
44	Amarre del conductor

**ANEXO 3: TIEMPOS DE ARMADO REGISTRADOS EN CAMPO PARA CADA
UP-UC**

TABLA 50. Registro de tiempos para estructuras trifásicas en MV

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 27/09/2019		
UBICACIÓN: LOGROÑO			UNIDAD DE PROPIEDAD: ESTRUCTURA TRIFÁSICA MV		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
ESV - 3SA	Subir y bajar del poste; armar cruceta doble; colocar y ajustar cruceta doble; colocar y ajustar abrazadera 4 pernos; colocar y ajustar pie de amigo doble; colocar y ajustar perno pin; colocar aislador espiga pin.	47	40	46	44,3
ESV - 3SD	Subir y bajar del poste; armar cruceta doble; colocar y ajustar cruceta doble; colocar y ajustar abrazadera 4 pernos; colocar y ajustar pie de amigo doble; colocar y ajustar perno pin; colocar aislador espiga pin; colocar aislador de suspensión siliconado.	47	43	49	46,3
ESV - 3SR	Subir y bajar del poste; armar cruceta doble; colocar y ajustar cruceta doble; colocar y ajustar abrazadera 4 pernos; colocar y ajustar pie de amigo doble; colocar aislador de suspensión siliconado.	37	43	35	38,3
ESV - 3VA	Subir y bajar del poste; armar cruceta doble; colocar y ajustar cruceta doble; colocar y ajustar abrazadera 4 pernos; colocar y ajustar pie de amigo doble; colocar y ajustar perno pin; colocar aislador espiga pin.	45	49	47	47,0
ESV - 3VP	Subir y bajar del poste; armar cruceta simple; colocar y ajustar cruceta simple; colocar y ajustar abrazadera 3 pernos; colocar y ajustar pie de amigo simple; colocar y ajustar perno pin; colocar aislador espiga pin.	28	25	24	25,7
ESV - 3VR	Subir y bajar del poste; armar cruceta doble; colocar y ajustar cruceta doble; colocar y ajustar abrazadera 4 pernos; colocar y ajustar pie de amigo doble; colocar aislador de suspensión siliconado.	40	42	39	40,3
ESV - 3SP	Subir y bajar del poste; armar cruceta simple; colocar y ajustar cruceta simple; colocar y ajustar abrazadera 3 pernos; colocar y ajustar pie de amigo doble; colocar y ajustar perno pin; colocar aislador espiga pin.	27	24	25	25,3

TABLA 51. Registro de tiempos para estructuras en BV

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 26/09/2019		
UBICACIÓN: SAN PABLO			UNIDAD DE ESTRUCTURAS PROPIEDAD: VERTICAL EN BV		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
ESD - 3EP	Subir y bajar del poste; armar bastidor de 3 vías; colocar y ajustar bastidor de 3 vías; colocar aisladores tipo rollo.	12	11	12	11,7
ESD - 3ER	Subir y bajar del poste; armar bastidor de 3 vías; colocar y ajustar bastidor de 3 vías; colocar aisladores tipo rollo; colocar retención preformada.	11	12	13	12,0
ESE - 1EP	Subir y bajar del poste; armar bastidor de 1 vía; colocar y ajustar bastidor de 1 vía; colocar aislador tipo rollo.	6	7	6	6,3
ESE - 1ER	Subir y bajar del poste; armar bastidor de 1 vía; colocar y ajustar bastidor de 1 vía; colocar aislador tipo rollo; colocar retención preformada.	7	6	7	6,7
ESE - 1ED	Subir y bajar del poste; armar bastidores de 1 vía; colocar y ajustar bastidores de 1 vía; colocar aisladores tipo rollo; colocar retención preformada.	8	8	7	7,7
ESD - 3ED	Subir y bajar del poste; armar bastidores de 3 vías; colocar y ajustar bastidores de 3 vías; colocar aisladores tipo rollo; colocar retención preformada.	14	16	15	15,0
ESD - 4EP	Subir y bajar del poste; armar bastidor de 4 vías; colocar y ajustar bastidor de 4 vías; colocar aisladores tipo rollo.	13	13	14	13,3
ESD - 4ER	Subir y bajar del poste; armar bastidor de 4 vías; colocar y ajustar bastidor de 4 vías; colocar aisladores tipo rollo; colocar retención preformada.	13	13	13	13,0
ESD - 4ED	Subir y bajar del poste; armar bastidores de 4 vías; colocar y ajustar bastidores de 4 vías; colocar aisladores tipo rollo; colocar retención preformada.	18	17	20	18,3

TABLA 52. Registro de tiempos para medidores

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA		FECHA: 24-25/09/2019			
UBICACIÓN: MACAS		UNIDAD DE PROPIEDAD: MEDIDORES ELECTRÓNICO 2F-3H			
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
MED - 2E100_2A_1	Colocar medidor; tendido de acometida; instalación de medidor.	25	30	22	25,7
MED - 2E100_2A_2	Colocar el centralizado de 2 medidores; tendido de acometida; instalación de medidores.	50	57	48	51,7
MED - 2E100_2A_3	Colocar el centralizado de 3 medidores; tendido de acometida; instalación de medidores.	78	63	69	70,0

TABLA 53. Registro de tiempos para excavaciones

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA		FECHA: 25/09/2019			
UBICACIÓN: SAN PABLO		UNIDAD DE PROPIEDAD: EXCAVACIONES			
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
EXC - P_TN	Excavación para poste en terreno normal; suministro y acopio de piedras.	50	43	41	44,7
EXC - T_TN	Excavación para tensor en terreno normal; suministro y acopio de piedras.	56	51	54	53,7

TABLA 54. Registro de tiempos para estructuras monofásicas en MV

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 26/09/2019		
UBICACIÓN: SAN PABLO			UNIDAD DE PROPIEDAD: ESTRUCTURA MONOFÁSICA MV		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
ESV - 1CP	Subir y bajar del poste; armar y ajustar abrazadera con perno pin punta de poste simple; colocar aislador espiga pin.	8	8	9	8,3
ESV - 1CR	Subir y bajar del poste; colocar y ajustar abrazadera 3 pernos; armar y colocar aislador de suspensión siliconado.	9	8	10	9,0
ESV - 1CA	Subir y bajar del poste; armar y ajustar abrazadera con perno pin punta de poste doble; colocar aisladores espiga pin.	10	9	10	9,7
ESV - 1CD	Subir y bajar del poste; colocar y ajustar abrazadera 4 pernos; armar y ajustar abrazadera con perno pin punta de poste simple; colocar aislador espiga pin; armar y colocar aisladores de suspensión siliconado.	16	14	12	14,0

TABLA 55. Registro de tiempos para postes

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 27/09/2019		
UBICACIÓN: LOGROÑO			UNIDAD DE PROPIEDAD: POSTES		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
POO - 0HC12_500	Izado y retacado de poste.	15	19	18	17,3
POO - 0HC10_400	Izado y retacado de poste.	18	18	15	17,0

TABLA 56. Registro de tiempos para tensores y anclajes

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 26/09/2019		
UBICACIÓN: SAN PABLO			UNIDAD DE PROPIEDAD: TENSORES Y ANCLAJES		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
TAD - 0TS	Subir y bajar del poste; armar y colocar varilla de anclaje con ancla; armar y tensar cable de acero galvanizado.	15	13	17	15,0
TAV - 0TS	Subir y bajar del poste; armar y colocar varilla de anclaje con ancla; armar y tensar cable de acero galvanizado.	15	17	20	17,3
TAV - 0TD	Subir y bajar del poste; armar y colocar varilla de anclaje con ancla; armar y tensar cable de acero galvanizado.	24	21	25	23,3

TABLA 57. Registro de tiempos para transformadores

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 27/09/2019		
UBICACIÓN: LOGROÑO			UNIDAD DE PROPIEDAD: TRANSFORMADORES		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
TRV - 1C10	Alistar y subir transformador con carro; colocar y ajustar transformador; instalar transformador.	110	117	101	109,3
TRV - 1C37,5	Alistar y subir transformador con carro; colocar y ajustar transformador; instalar transformador.	124	123	127	124,7
TRV - 1A25	Alistar y subir transformador con carro; colocar y ajustar transformador; instalar transformador.	98	93	100	97,0
TRV - 1A50	Alistar y subir transformador con carro; colocar y ajustar transformador; instalar transformador.	117	123	113	117,7

TABLA 58. Registro de tiempos para seccionamiento y protección

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 27-28/09/2019		
UBICACIÓN: LOGROÑO Y SAN PABLO		UNIDAD DE PROPIEDAD: SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN			
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
SPV - 1S100_125R	Subir y bajar del poste; colocar y sujetar cruceta simple; colocar y ajustar abrazadera 3 pernos; colocar y sujetar pie de amigo simple; armar y ajustar seccionador; instalar seccionador.	24	28	22	24,7
SPV - 1S100_125E	Subir y bajar del poste; colocar y sujetar cruceta simple; colocar y ajustar abrazadera 3 pernos; colocar y sujetar pie de amigo simple; armar y ajustar seccionador; instalar seccionador.	25	22	21	22,7
SPV - 1P18_125E	Subir y bajar del poste; colocar y ajustar pararrayo; instalar pararrayo.	14	12	16	14,0
SPV - 3S100_125R	Subir y bajar del poste; colocar y sujetar cruceta simple; colocar y ajustar abrazadera 3 pernos; colocar y sujetar pie de amigo simple; armar y ajustar seccionadores; instalar seccionadores.	48	53	46	49,0

TABLA 59. Registro de tiempos para puesta a tierra

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 26-27/09/2019		
UBICACIÓN: SAN PABLO Y LOGROÑO		UNIDAD DE PROPIEDAD: PUESTA A TIERRA			
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
PT0 - 0DC2_1	Subir y bajar del poste; excavar para puesta a tierra; enterrar varilla para puesta a tierra; instalar puesta a tierra.	23	28	25	25,3
PT0 - 0DC2_2	Subir y bajar del poste; excavar para puesta a tierra; enterrar varillas para puesta a tierra; instalar puesta a tierra.	37	34	42	37,7

TABLA 60. Registro de tiempos para alumbrado público

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 24-25-28/09/2019		
UBICACIÓN: MACAS, LOGROÑO Y SAN PABLO			UNIDAD DE PROPIEDAD: ALUMBRADO PÚBLICO		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
APD - 0PLS150AD	Subir y bajar del poste; armar luminaria; montaje e instalación de luminaria.	21	18	20	19,7
APD - 0PLS250AD	Subir y bajar del poste; armar luminaria; montaje e instalación de luminaria.	24	20	23	22,3
APD - 0PLS150AC	Subir y bajar del poste; armar luminaria; montaje e instalación de luminaria.	17	23	20	20,0
APD - 0PLS250AC	Subir y bajar del poste; armar luminaria; montaje e instalación de luminaria.	20	22	26	22,7

TABLA 61. Registro de tiempos para conductor

FORMULARIO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS					
REALIZADO POR: BYRON ADRIAN MÉNDEZ SILVA			FECHA: 24-25-28-29/09/2019		
UBICACIÓN: LOGROÑO Y SAN PABLO			UNIDAD DE PROPIEDAD: CONDUCTOR		
CÓDIGO UP-UC	DESCRIPCIÓN DE MICROMOVIMIENTOS	TIEMPO 1 (min)	TIEMPO 2 (min)	TIEMPO 3 (min)	PROMEDIO (min)
CO0 - 0B1x2	Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 2 por kilómetro	211	224	216	217,0
CO0 - 0B1x1/0	Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 1/0 por kilómetro	233	239	228	233,3
CO0 - 0B1x3/0	Tendido, calibración y amarre del conductor ACSR # 3/0 por kilómetro	268	280	284	277,3

ANEXO 4: DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS ESTÁNDAR*TABLA 62. Tiempos estándar de las UP-UC*

CÓDIGO UP-UC	Descripción	Unidad	Tiempo de armado (min)	Tiempo de movilización (min)	Tiempo concesiones OIT (min)	Tiempo estándar (min)
ESD - 3EP	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Pasante	c/u	11,7	4,1	2,3	18,1
ESD - 3ER	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Retención	c/u	12,0	4,2	2,4	18,6
ESE - 1EP	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Pasante	c/u	6,3	2,2	1,1	9,6
ESE - 1ER	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Retención	c/u	6,7	2,3	1,1	10,1
ESE - 1ED	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Doble retención	c/u	7,7	2,7	1,3	11,7
ESD - 3ED	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Doble retención	c/u	15,0	5,3	3,0	23,3
ESD - 4EP	Estructura 220 V - Cuatro vías - Vertical - Pasante	c/u	13,3	4,7	2,9	20,9
ESD - 4ER	Estructura 220 V - Cuatro vías - Vertical - Retención	c/u	13,0	4,6	2,9	20,4
ESD - 4ED	Estructura 220 V - Cuatro vías - Vertical - Doble retención	c/u	18,3	6,4	4,0	28,8
ESV - 1CP	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Pasante	c/u	8,3	2,9	1,8	13,1
ESV - 1CR	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Retención	c/u	9,0	3,2	2,0	14,1
ESV - 1CA	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Angular	c/u	9,7	3,4	2,1	15,2
ESV - 1CD	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Doble retención	c/u	14,0	4,9	3,1	22,0

ESV - 3SA	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Angular	c/u	44,3	15,5	11,5	71,4
ESV - 3SD	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Doble retención	c/u	46,3	16,2	12,0	74,6
ESV - 3SR	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Retención	c/u	38,3	13,4	10,0	61,7
ESV - 3VA	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Angular	c/u	47,0	16,5	12,2	75,7
ESV - 3VP	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Pasante	c/u	25,7	9,0	7,7	42,4
ESV - 3VR	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Retención	c/u	40,3	14,1	10,5	64,9
ESV - 3SP	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Pasante	c/u	25,3	8,9	7,6	41,8
TAD - 0TS	Tensor y anclaje 220 V - A tierra - Simple	c/u	15,0	5,3	11,1	31,4
TAV - 0TS	Tensor y anclaje 22 kV - A tierra - Simple	c/u	17,3	6,1	12,8	36,2
TAV - 0TD	Tensor y anclaje 22 kV - A tierra - Doble	c/u	23,3	8,2	17,3	48,8
TRV - 1C10	Transformador 22 kV - Monofásico - Convencional - 10 kVA	c/u	109,3	38,3	17,5	165,1
TRV - 1C37,5	Transformador 22 kV - Monofásico - Convencional - 37,5 kVA	c/u	124,7	43,6	19,9	188,2
TRV - 1A25	Transformador 22 kV - Monofásico - Autoprotegido - 25 kVA	c/u	97,0	34,0	15,5	146,5
TRV - 1A50	Transformador 22 kV - Monofásico - Autoprotegido - 50 kVA	c/u	117,7	41,2	18,8	177,7
SPV - 1S100_125R	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Seccionador - A red	c/u	24,7	8,6	5,4	38,7

SPV - 1S100_125E	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Seccionador - A equipo	c/u	22,7	7,9	5,0	35,6
SPV - 1P18_125E	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Pararrayo - A equipo	c/u	14,0	4,9	2,2	21,1
SPV - 3S100_125R	Seccionamiento y protección 22 kV - Trifásico - Seccionador - A red	c/u	49,0	17,2	12,7	78,9
PT0 - 0DC2_1	Puesta a tierra - Red desnuda - Conductor cobre - 2 AWG - 1 varilla	c/u	25,3	8,9	4,1	38,3
PT0 - 0DC2_2	Puesta a tierra - Red desnuda - Conductor cobre - 2 AWG - 2 varillas	c/u	37,7	13,2	6,0	56,9
APD - 0PLS150AD	Alumbrado público 220 V - Na - 150 W - Autocontrolada - Doble nivel de potencia	c/u	19,7	6,9	5,9	32,5
APD - 0PLS250AD	Alumbrado público 220 V - Na - 250 W - Autocontrolada - Doble nivel de potencia	c/u	22,3	7,8	7,8	38,0
APD - 0PLS150AC	Alumbrado público 220 V - Na - 150 W - Autocontrolada - Potencia constante	c/u	20,0	7,0	6,0	33,0
APD - 0PLS250AC	Alumbrado público 220 V - Na - 250 W - Autocontrolada - Potencia constante	c/u	22,7	7,9	7,9	38,5
PO0 - 0HC12_500	Poste - Hormigón armado - circular - 12m - Carga de rotura 500 kg	c/u	17,3	6,1	12,8	36,2
PO0 - 0HC10_400	Poste - Hormigón armado - circular - 10m - Carga de rotura 400 kg	c/u	17,0	6,0	12,6	35,5
EXC - P_TN	Excavación - Poste - Terreno normal	c/u	44,7	8,9	7,1	60,7
EXC - T_TN	Excavación - Tensor - Terreno normal	c/u	53,7	10,7	8,6	73,0
MED - 2E100_2A_1	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 1 medidor	c/u	25,7	9,0	4,1	38,8
MED - 2E100_2A_2	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 2 medidores	c/u	51,7	18,1	8,3	78,0
MED - 2E100_2A_3	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 3 medidores	c/u	70,0	24,5	11,2	105,7

CO0 - 0B1x2	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 2	km	217,0	76,0	34,7	327,7
CO0 - 0B1x1/0	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 1/0	km	233,3	81,7	37,3	352,3
CO0 - 0B1x3/0	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 3/0	km	277,3	97,1	44,4	418,8

ANEXO 5: DETERMINACIÓN DE RENDIMIENTOS*TABLA 63. Rendimientos de las UP-UC*

CÓDIGO UP-UC	Descripción	Unidad	Tiempo total (min)	Cuadrillas	Recursos	Partes que intervienen	Rendimiento
ESD - 3EP	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Pasante	c/u	18,1	6,4	2	0,31	8,57
ESD - 3ER	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Retención	c/u	18,6	6,4	2	0,31	8,34
ESE - 1EP	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Pasante	c/u	9,6	6,4	2	0,31	16,11
ESE - 1ER	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Retención	c/u	10,1	6,4	2	0,31	15,30
ESE - 1ED	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Doble retención	c/u	11,7	6,4	2	0,31	13,31
ESD - 3ED	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Doble retención	c/u	23,3	6,4	2	0,31	6,67
ESD - 4EP	Estructura 220V - Cuatro vías - Vertical - Pasante	c/u	20,9	6,4	2	0,31	7,41
ESD - 4ER	Estructura 220 V - Cuatro vías - Vertical - Retención	c/u	20,4	6,4	2	0,31	7,60
ESD - 4ED	Estructura 220 V - Cuatro vías - Vertical - Doble retención	c/u	28,8	6,4	2	0,31	5,39
ESV - 1CP	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Pasante	c/u	13,1	6,4	2	0,31	11,85
ESV - 1CR	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Retención	c/u	14,1	6,4	2	0,31	10,97
ESV - 1CA	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Angular	c/u	15,2	6,4	2	0,31	10,22
ESV - 1CD	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Doble retención	c/u	22,0	6,4	2	0,31	7,05

ESV - 3SA	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Angular	c/u	71,4	6,4	2	0,31	2,17
ESV - 3SD	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Doble retención	c/u	74,6	6,4	2	0,31	2,08
ESV - 3SR	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Retención	c/u	61,7	6,4	2	0,31	2,51
ESV - 3VA	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Angular	c/u	75,7	6,4	2	0,31	2,05
ESV - 3VP	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Pasante	c/u	42,4	6,4	2	0,31	3,66
ESV - 3VR	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Retención	c/u	64,9	6,4	2	0,31	2,39
ESV - 3SP	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Pasante	c/u	41,8	6,4	2	0,31	3,71
TAD - 0TS	Tensor y anclaje 220 V - A tierra - Simple	c/u	31,4	6,4	3	0,47	3,30
TAV - 0TS	Tensor y anclaje 22 kV - A tierra - Simple	c/u	36,2	6,4	3	0,47	2,85
TAV - 0TD	Tensor y anclaje 22 kV - A tierra - Doble	c/u	48,8	6,4	3	0,47	2,12
TRV - 1C10	Transformador 22 kV - Monofásico - Convencional - 10 kVA	c/u	165,1	6,4	3	0,47	0,63
TRV - 1C37,5	Transformador 22 kV - Monofásico - Convencional - 37,5 kVA	c/u	188,2	6,4	3	0,47	0,55
TRV - 1A25	Transformador 22 kV - Monofásico - Autoprotegido - 25 kVA	c/u	146,5	6,4	3	0,47	0,71
TRV - 1A50	Transformador 22 kV - Monofásico - Autoprotegido - 50 kVA	c/u	177,7	6,4	3	0,47	0,58
SPV - 1S100_125R	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Seccionador - A red	c/u	38,7	6,4	2	0,31	4,00

SPV - 1S100_125E	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Seccionador - A equipo	c/u	35,6	6,4	2	0,31	4,36
SPV - 1P18_125E	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Pararrayo - A equipo	c/u	21,1	6,4	2	0,31	7,33
SPV - 3S100_125R	Seccionamiento y protección 22 kV - Trifásico - Seccionador - A red	c/u	78,9	6,4	2	0,31	1,97
PT0 - 0DC2_1	Puesta a tierra - Red desnuda - Conductor cobre - 2 AWG - 1 varilla	c/u	38,3	6,4	2	0,31	4,05
PT0 - 0DC2_2	Puesta a tierra - Red desnuda - Conductor cobre - 2 AWG - 2 varillas	c/u	56,9	6,4	2	0,31	2,73
APD - 0PLS150AD	Alumbrado público 220 V - Na - 150 W - Autocontrolada - Doble nivel de potencia	c/u	32,5	6,4	2	0,31	4,78
APD - 0PLS250AD	Alumbrado público 220 V - Na - 250 W - Autocontrolada - Doble nivel de potencia	c/u	38,0	6,4	2	0,31	4,08
APD - 0PLS150AC	Alumbrado público 220 V - Na - 150 W - Autocontrolada - Potencia constante	c/u	33,0	6,4	2	0,31	4,70
APD - 0PLS250AC	Alumbrado público 220 V - Na - 250 W - Autocontrolada - Potencia constante	c/u	38,5	6,4	2	0,31	4,02
PO0 - 0HC12_500	Poste - Hormigón armado - circular - 12 m - Carga de rotura 500 kg	c/u	36,2	4	3	0,75	1,78
PO0 - 0HC10_400	Poste - Hormigón armado - circular - 10 m - Carga de rotura 400 kg	c/u	35,5	4	3	0,75	1,82
EXC - P_TN	Excavación - Poste - Terreno normal	c/u	60,7	2	2	1,00	0,80
EXC - T_TN	Excavación - Tensor - Terreno normal	c/u	73,0	2	2	1,00	0,66
MED - 2E100_2A_1	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 1 medidor	c/u	38,8	2	2	1,00	1,25
MED - 2E100_2A_2	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 2 medidores	c/u	78,0	2	2	1,00	0,62

MED - 2E100_2A_3	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 3 medidores	c/u	105,7	2	2	1,00	0,46
CO0 - 0B1x2	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 2	km	327,7	6,4	4	0,63	0,24
CO0 - 0B1x1/0	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 1/0	km	352,3	6,4	4	0,63	0,22
CO0 - 0B1x3/0	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 3/0	km	418,8	6,4	4	0,63	0,19

ANEXO 6: CÁLCULO DEL SALARIO HORA TOTAL

TABLA 64. Salario hora total para Maestro Liniero y Operador de Grúa

Descripción	Mensual	Anual
Salario unificado	\$ 463,52	\$ 5.562,24
Décimo tercero	\$ 38,63	\$ 463,52
Décimo cuarto	\$ 33,33	\$ 400,00
Fondos de reserva	\$ 38,63	\$ 463,52
Aporte al IESS	\$ 51,68	\$ 620,19
Salario real anual	\$ 7.509,47	
Factor de Carga Social FCS	1,35	
Período Considerado Total PCT	365 días	
Período de Trabajo Real PTR	231 días	
Factor de Salario Real FSR	2,13	
Salario diario con prestaciones	\$ 32,51	
Salario diario total SDT	\$ 69,35	
Salario Hora Total SHT	\$ 8,67	

TABLA 65. Salario hora total para Liniero y Electricista

Descripción	Mensual	Anual
Salario unificado	\$ 415,71	\$ 4.988,52
Décimo tercero	\$ 34,64	\$ 415,71
Décimo cuarto	\$ 33,33	\$ 400,00
Fondos de reserva	\$ 34,64	\$ 415,71
Aporte al IESS	\$ 46,35	\$ 556,22
Salario real anual	\$ 6.776,16	
Factor de Carga Social FCS	1,36	
Período Considerado Total PCT	365 días	
Período de Trabajo Real PTR	231 días	
Factor de Salario Real FSR	2,15	
Salario diario con prestaciones	\$ 29,33	
Salario diario total SDT	\$ 62,96	
Salario Hora Total SHT	\$ 7,87	

TABLA 66. Salario hora total para Ayudante

Descripción	Mensual	Anual
Salario unificado	\$ 410,40	\$ 4.924,80
Décimo tercero	\$ 34,20	\$ 410,40
Décimo cuarto	\$ 33,33	\$ 400,00
Fondos de reserva	\$ 34,20	\$ 410,40
Aporte al IESS	\$ 45,76	\$ 549,12
Salario real anual	\$ 6.694,72	
Factor de Carga Social FCS	1,36	
Período Considerado Total PCT	365 días	
Período de Trabajo Real PTR	231 días	
Factor de Salario Real FSR	2,15	
Salario diario con prestaciones	\$ 28,98	
Salario diario total SDT	\$ 62,25	
Salario Hora Total SHT	\$ 7,78	

ANEXO 7: DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

TABLA 67. PU de las UP-UC

CÓDIGO UP-UC	Descripción	Unidad	Mano de obra (USD)	Transporte 5%	Herramientas y equipos 35%	Costos indirectos 30%	P.U. de mano de obra (USD/unidad)
ESD - 3EP	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Pasante	c/u	5,98	0,30	2,09	1,79	\$ 10,16
ESD - 3ER	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Retención	c/u	6,15	0,31	2,15	1,84	\$ 10,45
ESE - 1EP	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Pasante	c/u	3,18	0,16	1,11	0,95	\$ 5,41
ESE - 1ER	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Retención	c/u	3,35	0,17	1,17	1,00	\$ 5,69
ESE - 1ED	Estructura 0 V - Una vía - Vertical - Doble retención	c/u	3,85	0,19	1,35	1,16	\$ 6,55
ESD - 3ED	Estructura 220 V - Tres vías - Vertical - Doble retención	c/u	7,68	0,38	2,69	2,30	\$ 13,06
ESD - 4EP	Estructura 220 V - Cuatro vías - Vertical - Pasante	c/u	6,92	0,35	2,42	2,08	\$ 11,76
ESD - 4ER	Estructura 220 V - Cuatro vías - Vertical - Retención	c/u	6,74	0,34	2,36	2,02	\$ 11,46
ESD - 4ED	Estructura 220 V - Cuatro vías - Vertical - Doble retención	c/u	9,51	0,48	3,33	2,85	\$ 16,17
ESV - 1CP	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Pasante	c/u	4,32	0,22	1,51	1,30	\$ 7,35
ESV - 1CR	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Retención	c/u	4,67	0,23	1,63	1,40	\$ 7,94
ESV - 1CA	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Angular	c/u	5,01	0,25	1,76	1,50	\$ 8,52
ESV - 1CD	Estructura 22 kV - Monofásica - Centrada - Doble retención	c/u	7,26	0,36	2,54	2,18	\$ 12,35
ESV - 3SA	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Angular	c/u	23,58	1,18	8,25	7,08	\$ 40,09

ESV - 3SD	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Doble retención	c/u	24,65	1,23	8,63	7,39	\$ 41,90
ESV - 3SR	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Retención	c/u	20,39	1,02	7,14	6,12	\$ 34,67
ESV - 3VA	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Angular	c/u	25,00	1,25	8,75	7,50	\$ 42,50
ESV - 3VP	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Pasante	c/u	13,99	0,70	4,90	4,20	\$ 23,79
ESV - 3VR	Estructura 22 kV - Trifásica - En volado - Retención	c/u	21,46	1,07	7,51	6,44	\$ 36,48
ESV - 3SP	Estructura 22 kV - Trifásica - Semicentrada - Pasante	c/u	13,81	0,69	4,83	4,14	\$ 23,48
TAD - 0TS	Tensor y anclaje 220 V - A tierra - Simple	c/u	15,54	0,78	5,44	4,66	\$ 26,41
TAV - 0TS	Tensor y anclaje 22 kV - A tierra - Simple	c/u	17,95	0,90	6,28	5,39	\$ 30,52
TAV - 0TD	Tensor y anclaje 22 kV - A tierra - Doble	c/u	24,17	1,21	8,46	7,25	\$ 41,09
TRV - 1C10	Transformador 22 kV - Monofásico - Convencional - 10 kVA	c/u	81,82	4,09	28,64	24,55	\$ 139,10
TRV - 1C37,5	Transformador 22 kV - Monofásico - Convencional - 37,5 kVA	c/u	93,30	4,67	32,66	27,99	\$ 158,61
TRV - 1A25	Transformador 22 kV - Monofásico - Autoprotegido - 25 kVA	c/u	72,59	3,63	25,41	21,78	\$ 123,41
TRV - 1A50	Transformador 22 kV - Monofásico - Autoprotegido - 50 kVA	c/u	88,06	4,40	30,82	26,42	\$ 149,70
SPV - 1S100_125R	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Seccionador - A red	c/u	12,80	0,64	4,48	3,84	\$ 21,75
SPV - 1S100_125E	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Seccionador - A equipo	c/u	11,76	0,59	4,12	3,53	\$ 19,99
SPV - 1P18_125E	Seccionamiento y protección 22 kV - Monofásico - Pararrayo - A equipo	c/u	6,99	0,35	2,44	2,10	\$ 11,87
SPV - 3S100_125R	Seccionamiento y protección 22 kV - Trifásico - Seccionador - A red	c/u	26,07	1,30	9,12	7,82	\$ 44,31

PT0 - 0DC2_1	Puesta a tierra - Red desnuda - Conductor cobre - 2 AWG - 1 varilla	c/u	12,64	0,63	4,42	3,79	\$ 21,49
PT0 - 0DC2_2	Puesta a tierra - Red desnuda - Conductor cobre - 2 AWG - 2 varillas	c/u	18,79	0,94	6,58	5,64	\$ 31,95
APD - 0PLS150AD	Alumbrado público 220 V - Na - 150 W - Autocontrolada - Doble nivel de potencia	c/u	10,72	0,54	3,75	3,22	\$ 18,23
APD - 0PLS250AD	Alumbrado público 220 V - Na - 250 W - Autocontrolada - Doble nivel de potencia	c/u	12,54	0,63	4,39	3,76	\$ 21,33
APD - 0PLS150AC	Alumbrado público 220 V - Na - 150 W - Autocontrolada - Potencia constante	c/u	10,90	0,55	3,82	3,27	\$ 18,54
APD - 0PLS250AC	Alumbrado público 220 V - Na - 250 W - Autocontrolada - Potencia constante	c/u	12,73	0,64	4,46	3,82	\$ 21,64
PO0 - 0HC12_500	Poste - Hormigón armado - circular - 12 m - Carga de rotura 500 kg	c/u	18,00	0,90	6,30	5,40	\$ 30,60
PO0 - 0HC10_400	Poste - Hormigón armado - circular - 10 m - Carga de rotura 400 kg	c/u	17,65	0,88	6,18	5,30	\$ 30,01
EXC - P_TN	Excavación - Poste - Terreno normal	c/u	19,51	0,98	6,83	5,85	\$ 33,17
EXC - T_TN	Excavación - Tensor - Terreno normal	c/u	23,44	1,17	8,20	7,03	\$ 39,85
MED - 2E100_2A_1	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 1 medidor	c/u	12,59	0,63	4,41	3,78	\$ 21,40
MED - 2E100_2A_2	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 2 medidores	c/u	25,34	1,27	8,87	7,60	\$ 43,08
MED - 2E100_2A_3	Medidor 220 V - 2F-3H - Tipo electrónico - Corriente máx 100 A - 3 medidores	c/u	34,34	1,72	12,02	10,30	\$ 58,37
CO0 - 0B1x2	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 2	km	216,54	10,83	75,79	64,96	\$ 368,11
CO0 - 0B1x1/0	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 1/0	km	232,83	11,64	81,49	69,85	\$ 395,82
CO0 - 0B1x3/0	Tendido, calibración y amarre del conductor tipo ACSR # 3/0	km	276,74	13,84	96,86	83,02	\$ 470,46

ANEXO 8: MATERIALES

TABLA 68. Lista de materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO
1	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	c/u	\$ 4,67
2	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	c/u	\$ 5,14
3	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 140 mm (1 1/2 x 5/32 x 5 1/2")	c/u	\$ 5,48
4	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 4 pernos, 38 x 4 x 160 mm (1 1/2 x 5/32 x 6 1/2")	c/u	\$ 5,85
5	Aislador de retenida, porcelana, ANSI 54-3	c/u	\$ 3,16
6	Aislador de suspensión, caucho siliconado, 25 kV, ANSI DS-28	c/u	\$ 16,25
7	Aislador tipo espiga (pin), porcelana, con radio interferencia, 25 kV, ANSI 56-1	c/u	\$ 9,80
8	Aislador tipo rollo, porcelana, 0,25 kV, ANSI 53-2	c/u	\$ 0,50
9	Base fusible NH 160 A	c/u	\$ 9,58
10	Bastidor de acero galvanizado, 1 vía, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	c/u	\$ 3,42
11	Bastidor de acero galvanizado, 3 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	c/u	\$ 9,18
12	Bastidor de acero galvanizado, 4 vías, 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32")	c/u	\$ 11,06
13	Bloque de hormigón para anclaje, con agujero de 20 mm	c/u	\$ 6,27
14	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8"), 3155 kgf	m	\$ 1,25
15	Caja tool, para fusibles NH	c/u	\$ 10,60
16	Candado universal master	c/u	\$ 4,81
17	Cinta de armar de aleación de Al, 1, 27 x 7, 62 mm ² (3/64 x 5/16")	m	\$ 0,55
18	Conductor de Al, desnudo sólido, para atadura, 4 AWG	m	\$ 0,52
19	Conductor de Al, desnudo, ACSR, 1/0 AWG	m	\$ 0,82
20	Conductor de Al, desnudo, ACSR, 2 AWG	m	\$ 0,53
21	Conductor de Al, desnudo, ACSR, 3/0 AWG	m	\$ 1,49
22	Conductor de Cu 600 V TTU 2 AWG	m	\$ 5,39
23	Conductor de Cu 600 V TTU 4 AWG	m	\$ 3,38
24	Conductor de Cu aislado, sólido 600 V, TW, 14 AWG	m	\$ 0,26
25	Conductor de Cu sólido 600 V THHN 8 AWG	m	\$ 1,25
26	Conductor de Cu, desnudo, 2 AWG	m	\$ 2,62
27	Conector de aleación de Cu - Al, ranuras paralelas, con separador, dos pernos laterales	c/u	\$ 10,60
28	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 1 200 mm (3 x 3 x 1/4 x 47")	c/u	\$ 22,78
29	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2400 mm (3 x 3 x 1/4 x 95")	c/u	\$ 46,74
30	Estribo de aleación de Cu - Sn, para derivación	c/u	\$ 9,82
31	Fusible NH DIN 0, 125 A, 600 V	c/u	\$ 8,45
32	Fusible NH DIN 0, 36 A, 600 V	c/u	\$ 6,80
33	Grapa de aleación de Al, derivación para línea en caliente	c/u	\$ 11,40
34	Grapa horquilla - guardacabo, de acero galvanizado	c/u	\$ 3,28
35	Guardacabo de acero galvanizado, para cable de acero 9, 51 mm (3/8")	c/u	\$ 0,52
36	Horquilla de acero galvanizado, para anclaje 16 x 75 mm (5/8 x 3")	c/u	\$ 5,60

37	Interruptor termomagnético bipolar riel din 50 A	c/u	\$ 6,88
38	Luminaria Na, 150 W, Doble nivel de potencia, con brazo para montaje en poste	c/u	\$ 214,08
39	Luminaria Na, 150 W, Potencia constante, con brazo para montaje en poste	c/u	\$ 138,47
40	Luminaria Na, 250 W, Doble nivel de potencia, con brazo para montaje en poste	c/u	\$ 256,83
41	Luminaria Na, 250 W, Potencia constante, con brazo para montaje en poste	c/u	\$ 173,67
42	Medidor electrónico 2F-3H, KWH, KW, IMAX=100 A, Forma 2A	c/u	\$ 23,94
43	Pararrayo clase distribución polimérico, óxido metálico, 18 kV, con desconectador, 125 kV	c/u	\$ 60,19
44	Perno "U" de acero galvanizado, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión, de 16 x 150 mm (5/8 x 6"), ancho dentro de la "U"	c/u	\$ 4,96
45	Perno máquina de acero galvanizado, con tuerca, arandela plana y de presión, 16 x 51 mm (5/8 x 2")	c/u	\$ 0,78
46	Perno ojo de acero galvanizado, con 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 254 mm (5/8 x 10")	c/u	\$ 3,92
47	Perno pin corto de acero galvanizado, rosca plástica de 50 mm, 19 x 300 mm (3/4 x 12")	c/u	\$ 4,00
48	Perno pin punta de poste de acero galvanizado, tacho, 70 x 450 mm (2 3/4 x 18")	c/u	\$ 4,29
49	Perno rosca corrida de acero galvanizado, con 4 tuercas, 4 arandelas planas y 4 de presión, 16 x 300mm (5/8 x 12")	c/u	\$ 3,26
50	Pie amigo de acero galvanizado, perfil "L" 38 x 38 x 6 x 1800 mm (1 1/2 x 1 1/2 x 1/4 x 71")	c/u	\$ 19,34
51	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")	c/u	\$ 7,70
52	Pinza termoplástica ajustable/acometida	c/u	\$ 1,31
53	Poste de hormigón armado, tipo circular de 10 m y carga de rotura 400 kg	c/u	\$ 192,46
54	Poste de hormigón armado, tipo circular de 12 m y carga de rotura 500 kg	c/u	\$ 273,60
55	Retención preformada para conductor de Al	c/u	\$ 2,46
56	Retención preformada, para cable de acero galvanizado de 9,53 mm (3/8")	c/u	\$ 3,65
57	Riel din 35mm x 100mm	c/u	\$ 0,25
58	Seccionador portafusible, 1P, abierto, 27 kV, 100 A, 125 kV	c/u	\$ 87,78
59	Sello de plástico	c/u	\$ 0,10
60	Suelda exotérmica	c/u	\$ 4,56
61	Topes para riel din	c/u	\$ 0,45
62	Tornillo cabeza redonda 4,47 x 25,4mm	c/u	\$ 0,03
63	Transformador monofásico autoprotegido, 22860 GRDY / 13200 V - 120 / 240 V ó 22000 GRDY / 12700 V - 120 / 240 V, 25 kVA	c/u	\$ 1.692,90
64	Transformador monofásico autoprotegido, 22860 GRDY / 13200 V - 120 / 240 V ó 22000 GRDY / 12700 V - 120 / 240 V, 50 kVA	c/u	\$ 3.063,94
65	Transformador monofásico convencional, 22860 GRDY / 13200 V - 120 / 240 V ó 22000 GRDY / 12700 V - 120 / 240 V, 10 kVA	c/u	\$ 1.279,88
66	Transformador monofásico convencional, 22860 GRDY / 13200 V - 120 / 240 V ó 22000 GRDY / 12700 V - 120 / 240 V, 37,5 kVA	c/u	\$ 2.372,60
67	Tuerca ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8")	c/u	\$ 2,21
68	Varilla copperweld, para puesta a tierra, 16 x 1 800 mm (5/8 x 71")	c/u	\$ 13,11
69	Varilla de anclaje de acero galvanizado, con tuerca y arandela, 16 x 1800 mm (5/8 x 71")	c/u	\$ 10,37

ANEXO 9: ARCHIVO FOTOGRÁFICO

