



---

## RESUMEN.

Las alternativas para ser sostenibles y sustentables en nuestro medio, se logra a través de una mejora en la eficiencia y eficacia, produciendo bienes y servicios con mayor rapidez, eliminando al máximo los desperdicios y mitigando los daños medio ambientales que se produzca.

La administración de operaciones ha sido creada y pretende, mediante un mecanismo eficiente y a costos reducidos, realizar el control de las actividades en un proceso, detectando a tiempo, “cuellos de botella”, maximizando los rendimientos y minimizando los costos

Las empresas de distribución de energía eléctrica en el Ecuador, comprometidas con la sociedad, cuyo propósito es ser eficaces y eficientes, están obligadas a contar con sistemas de precios adecuados, capaz de garantizar a los proveedores de servicios, un pago justo. Los aspectos descritos deberán estar enmarcados dentro de un proceso de gastos de explotación e inversiones acorde a sus propios ingresos y a los aportes gubernamentales.

En esta investigación se analiza el estado de arte del sistema de cálculo de precios unitarios para la ejecución de sistemas de media y baja tensión aéreas de la CENTROSUR, y se verifica que los resultados obtenidos mediante un método científico – técnico denominado Taylorismo, presentan excesos de tiempo en la asignación de tareas, cuya disminución, como se comprueba en la investigación, repercute en forma favorable en la eficiencia y la eficacia del sistema de costos y economía en la ejecución de proyectos de distribución en media y baja tensión.



## PALABRAS CLAVE.

**Administración de Operaciones:** Técnica para administrar los recursos

**Micromovimientos:** Técnica para medir tareas y procesos

**VAD:** Valor Agregado de Distribución.

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



# INDICE GENERAL

---

<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	15
2. PROBLEMAS NO RESUELTOS .....	16
3. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....	16
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
5. JUSTIFICACIÓN.....	18
6. OBJETIVOS .....	18
7. HIPOTESIS DEL TRABAJO .....	19
8. VARIABLES .....	20
9. MARCO REFERENCIAL.....	20
<b>Capítulo I.....</b>	<b>23</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	23
1.2. IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD .....	24
1.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS (2) .....	24
1.4. ALCANCE DE LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES(3) .....	26
1.5. LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES .....	27
1.5.1. Factores de un sistema de producción .....	28
1.5.2. Entorno o medioambiente .....	29
1.6. CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS (4) .....	34
1.7. PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE OPERACIONES EN EMPRESAS DE SERVICIOS.....	36
1.7.1. Diagnóstico de la situación actual (3)(5) .....	36
1.7.2. La toma de decisiones .....	37
1.8. PLANIFICACIÓN Y MEJORA AL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS PARA LA CONTRATACIÓN DE SERVICIOS MEDIANTE LA FUNCIÓN DE OPERACIONES (7) .....	46
1.8.1 Modelos para mejorar la productividad.....	46
1.8.2 DISEÑO Y MEDICIÓN DEL TRABAJO .....	49
1.8.3 Evaluación del desempeño.....	54
1.9 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	57



<b>Capítulo II.....</b>	<b>58</b>
2.8 LA EMPRESA .....	58
2.9 CAMBIOS DEBIDO AL ENTORNO GENERAL (10) .....	59
2.10 EXPANSIÓN Y REPONTENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN .....	61
2.10.1 Sistema de precios unitarios actual .....	63
2.10.2 Escalas Salariales .....	66
2.10.3 Cálculo sistemático de precios.....	66
2.10.4 Montos del presupuesto destinados a la contratación de proyectos.....	71
2.11 CONTROL Y CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS .....	72
2.12 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	73
<b>Capítulo III.....</b>	<b>75</b>
4.8 CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO .....	75
4.9 PROBLEMAS A RESOLVER.....	79
4.10 EXPLICACIÓN DEL MODELO (2) (14) (15) (8) (7).....	83
4.11 PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL TRABAJO.....	85
4.11.1 NÚMERO DE OBSERVACIONES (7) (16) .....	87
4.11.2 DETERMINACIÓN DE LOS DETALLES DEL PROCEDIMIENTO (PROGRAMACIÓN, MÉTODO Y RUTAS) (17).....	87
4.11.3 RECOPIACIÓN DE DATOS (14).....	88
4.12 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	90
4.13 CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR (18) (15) (8) (9).....	94
3.6.1 ADICIÓN DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS POR DESCANSOS.....	94
3.6.2 TIEMPOS SUPLEMENTARIOS ADICIONALES .....	98
3.6.3 PLANIFICACIÓN DE TRABAJO DE LOS GRUPOS O CUADRILLAS .....	99
3.6.4 CÁLCULO DE TIEMPO FINAL PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS .....	100
4.14 ESTRUCTURAS COMBINADAS.....	102
4.15 TENDIDO DE CONDUCTOR .....	103
3.8.1 TIEMPOS COMPLEMENTARIOS .....	106
4.16 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	107
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>109</b>
4.1 CONCLUSIONES .....	109
4.17 RECOMENDACIONES .....	110
<b>BIBLOGRAFÍA .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>115</b>



**MECÁNICA DE CÁLCULO DE LOS SALARIOS Y REMUNERACIONES DE LOS**  
**ANEXO 2 ..... 116**  
**TRABAJADORES, COSTOS DE MAQUINARIA Y COSTOS INDIRECTOS**



## INDICE DE FIGURAS

---

FIGURA 1.1 PROCESO DE RETROALIMENTACIÓN PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS. ....	28
FIGURA 1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN. ....	29
FIGURA 1.3 CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS POR SU PROPIEDAD Y PRODUCCIÓN(3) .....	35
FIGURA 1.4 ESQUEMA DEL PROCESO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA MEJORA DE UN SERVICIO O PRODUCTO (10). ....	46
FIGURA 1.5 TIEMPO TOTAL DE OPERACIONES CUANDO NO SE UTILIZA LA INGENIERÍA DE OPERACIONES EN EL ESTUDIO DE TIEMPOS .....	51
FIGURA 1.6 PROCESO NECESARIO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO, MEDIANTE LA MEJORA CONTINUA .....	56
FIGURA 1.7 ESTÁNDARES DE CONTROL QUE DEBEN CONSIDERARSE PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO.....	56
FIGURA 2.1 ÁREAS DE CONCESIÓN DE LAS EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DENTRO DEL TERRITORIO ECUATORIANO (FUENTE CONELEC) .....	58
FIGURA 2.1 CRECIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN, CORRESPONDIENTE A LÍNEAS, REDES Y ESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN EN 10 AÑOS .....	62
FIGURA 2.2 PANTALLA DE INICIO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE PROPIEDAD DE LA EMPRESA ELÉCTRICA .....	67
FIGURA 2.3 LISTADO DE LOS PROYECTOS DE DISTRIBUCIÓN DISPONIBLE Y REGISTRADA EN SUS DIFERENTES ETAPAS DE PROGRAMACIÓN Y UBICACIÓN. ....	68
FIGURA 2.4 PRESENTACIÓN DEL MÓDULO RELACIONADO CON LOS PRECIOS UNITARIOS, EN LOS QUE SE PUEDE CAMBIAR LAS UNIDADES CONSTRUCTIVAS, LOS GRUPOS DE TRABAJO Y CALCULAR LOS PRECIOS UNITARIOS .....	69
FIGURA 2.5 LISTADO DE LAS ESTRUCTURAS TIPO, QUE INCLUYE LAS DE CONSTRUCCIÓN SIMPLE Y COMBINADAS, PRESENTA ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS E INDICA EL GRUPO DE TRABAJO QUE PUEDE REALIZAR EL MONTAJE. ....	70
FIGURA 2.6 REGISTRO DE MICRO MOVIMIENTOS EN EL SGP, SISTEMA ACTUAL PARA LAS ESTRUCTURAS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN .....	71
FIGURA 2.7 PANTALLA DE CUADRO DE MANDO INTEGRAL, DONDE SE CONFIRMA QUE NO SE PUEDE ACCEDER AL CONTROL DE GASTOS Y TIEMPO EFICAZ .....	74
FIGURA 3.1 DIAGRAMA Y DETALLE PARA EL MONTAJE DE UNA ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN MONOFÁSICA EN UN POSTE.....	77
FIGURA 3.2 ESQUEMA PARA EL ENSAMBLAJE DE UNA ESTRUCTURA AISLADA PARA 22 KV, HOMOLOGADA POR EL MEER .....	78
FIGURA 3.3 EXISTIÓ UNA VIOLACIÓN AL TRABAJO, EL ENSAMBLAJE DEBÍO SER EJECUTADO POR TRES PERSONAS Y SE LO REALIZÓ ÚNICAMENTE CON DOS PERSONAS .....	82
FIGURA 3.4 EL ENSAMBLAJE DE ESTRUCTURAS LOS ESTABA REALIZANDO ÚNICAMENTE UNA PERSONA, AL CONSTATAR LA PRESENCIA DE LOS ENCARGADOS DE LA MEDICIÓN, OTRO TRABAJADOR PROCURÓ AYUDARLE. ....	82
FIGURA 3.5 SECUENCIA QUE SE DEBE SEGUIR PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS. ....	83
FIGURA 3.6 CANTIDAD Y TIPO DE ESTRUCTURAS ASIGNADAS AL GRUPO DOC, PARA LA PROGRAMACIÓN Y MEDICIÓN DE TIEMPOS.....	86



FIGURA 3.7 CUADRILLA NO 2, DESIGNADA PARA EL TRANSPORTE E IZADO DE POSTES CON MÁQUINA.....	86
FIGURA 3.8 DESARROLLO DEL PLAN DE CAPACITACIÓN DE LOS GRUPOS DE TRABAJO QUE REALIZARON LAS MEDICIÓN DE TIEMPOS. ....	88
FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE GANTT, PARA REGISTRAR LA CARGA DE TRABAJO DE LOS RECURSOS QUE INTERVIENEN EN EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS. ....	90
FIGURA 3.10 DIFERENCIA DE PRECIOS UNITARIOS PARA UN TENSOR TT (TENSOR A TIERRA) EN EL SISTEMA ANTERIOR Y CON LOS REGISTROS DE TIEMPO ACTUALES .....	91
FIGURA 3.11 COMPARACIÓN DE TIEMPO DE ESTRUCTURAS MEDIDAS VERSUS LAS QUE SE UTILIZAN ACTUALMENTE EN LA EMPRESA ELÉCTRICA, CONSTATÁNDOSE UN DECREMENTO SUSTANCIAS .....	92
FIGURA 3.12 PASOS QUE RECOMIENDA LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, PARA CONSIDERAR LOS TIEMPOS SUPLEMENTARIOS EN LA MEDICIÓN DE TIEMPOS EN EL TRABAJO.....	95
FIGURA 3.13 REGISTRO DE TIEMPOS OCASIONADOS POR LA PREPARACIÓN Y TRASLADO DE MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN.....	99
FIGURA 3.14 SECUENCIA A SEGUIR PARA COMPROBAR LA VALIDEZ DE LOS TIEMPOS PARA EL ENSAMBLAJE DE ESTRUCTURAS COMPUESTAS .....	102
FIGURA 3.15 ESTRUCTURA COMPUESTA FORMADA POR DOS CR+ 1 ES-044+ 2TT + 1 LUMINARIA.....	103
FIGURA 3.16 ARMADO DE LA DESENROLLADORA, COMO PASO PREVIO AL TENDIDO DE CONDUCTOR.....	106
ANEXO 1 ÍNDICES DE PRECIOS EN CUENCA SEGÚN LA DIVISIÓN DE BIENES Y SERVICIOS, PROPORCIONADOS POR EL MINISTERIO DE RELACIONES LABORABLES DEL ECUADOR .....	115



## INDICE DE TABLAS


---

TABLA 1 TIEMPOS DE CONCESIÓN RECOMENDADOS POR LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TRABAJO, QUE SE CONSIDERAN EN LAS DEMORAS DE LOS TRABAJOS .....	55
TABLA 2.1 CRECIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA DESDE EL AÑO 2001 HASTA EL 2010 CON UNA PROSPECCIÓN LOGARÍTMICA .....	62
TABLA 2.2 PRESUPUESTO DE INVERSIONES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR DE LOS AÑOS 2009 AL 2012 .....	72
TABLA 3.1 NÚMERO DE RECURSOS MÍNIMO PARA LA CONFORMACIÓN DE GRUPOS O CUADRILLAS DE TRABAJO RECOMENDADAS POR LA OIT Y ACEPTADOS EN LA EMPRESA .	81
TABLA 3.2 EQUIPOS DE TRABAJO ASIGNADOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PARA LA MEDICIÓN DE TIEMPOS.....	85
TABLA 3.3 FORMULARIO UTILIZADO PARA LA TOMA DE TIEMPO, QUE USARON LOS GRUPOS DESTINADOS A LA MEDICIÓN DE TRABAJO.....	89
TABLA 3.4 COMPARACIÓN DE TIEMPO ENTRE LA MEDICIÓN ACTUAL Y EL QUE HA ESTADO UTILIZANDO LA EMPRESA ELÉCTRICA PARA LA ESTRUCTURA DENOMINADA TP (MONTAJE DE UN TENSOR POSTE A POSTE) .....	91
TABLA 3.5 COMPARACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS CALCULADOS CON EL SISTEMA ANTERIOR Y CON EL MÉTODO PROPUESTO. ....	93
TABLA 3.6 COMPARACIÓN DE MEDIDA DE TIEMPOS DE LOS CINCO GRUPOS, CONSTATANDO UNA VARIACIÓN SIMILAR.....	93
TABLA 3.7 VARIACIÓN DE TIEMPOS ENTRE EL MONTAJE Y DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS DE MEDIA TENSIÓN .....	94
TABLA 3.8 PORCENTAJES QUE DEBEN SUMARSE AL TIEMPO DE TRABAJO MEDIDO DEBIDO A LAS CONDICIONES DE TRABAJO DE LOS ELECTRICISTAS. ....	96
TABLA 3.9 PESOS EN KG. QUE SOPORTAN LOS ELECTRICISTAS Y LOS SUPLEMENTOS QUE HAY QUE ADICIONAR A LOS TIEMPOS NORMALES MEDIDOS. ....	97
TABLA 3.10 TIEMPO ESTÁNDAR PARA 4 ESTRUCTURAS MODELO Y COMPARADAS CON LOS VALORES QUE SE UTILIZAN EN LA EMPRESA ELÉCTRICA .....	101
TABLA 3.11 RESUMEN DE TIEMPOS MEDIDOS PARA CONDUCTORES 2, 1/0 Y 3/0 DEL TIPO ACSR EN MINUTOS/KILÓMETRO .....	105
TABLA 3.12 RESUMEN DE TIEMPOS MEDIDOS PARA CONDUCTORES 2, 1/0 Y 3/0 DEL TIPO ACSR EN MINUTOS/KILÓMETRO .....	106
TABLA 3.13 COMPARACIÓN DE VALORES PARA TENDIDO DE CONDUCTOR, USANDO LA MEDICIÓN DE TIEMPOS Y EL ESTIMADO, USADO ACTUALMENTE EN LA EMPRESA ELÉCTRICA. ....	107





Yo, Juan Hernando Ugalde Delgado, autor de la tesis "Mejora del sistema de precios unitarios de la CENTROSUR para ensamblaje de redes de distribución a través de micromovimientos de componentes", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Master en sistemas Eléctricos de Potencia. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.



---

Juan Ugalde Delgado  
0101098663

Cuenca, 2013 abril 18



Yo, Juan Hernando Ugalde Delgado, autor de la tesis "Mejora del sistema de precios unitarios de la CENTROSUR para ensamblaje de redes de distribución a través de micromovimientos de componentes", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 2013 abril 18

---

Juan Hernando Ugalde Delgado.  
0101098663



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

---

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

---

## **MEJORA DEL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS EN LA CENTROSUR PARA ENSAMBLAJE DE REDES DE DISTRIBUCIÓN A TRAVÉS DE MICROMOVIMIENTOS DE COMPONENTES**

---

En opción al Grado de Magister en  
Sistemas Eléctricos de Potencia

---

---

**Autor:** Juan Hernando Ugalde Delgado

**Director:** Rodrigo Sempértegui Álvarez

CUENCA -ECUADOR

2013



**DEDICATORIA:**

Dedico este trabajo de investigación a mi esposa Ana Patricia por su apoyo siempre vivo, a mis cinco hijos y a mi nieta, todos queridos por igual.



## **AGRADECIMIENTO.**

A mi querida Universidad de Cuenca y de manera especial a la Facultad de Ingeniería, que me vieron nacer profesionalmente y actualmente me siguen soportando, en ella he tenido grandes maestros y muy buenos amigos



.....La Ciencia, para mí, y para la gran mayoría de científicos respetables, no tiene nada que ver con los secretos de la naturaleza, ni siquiera con las verdades. La Ciencia es, simplemente, el método que utilizamos para postular una serie mínima de hipótesis que puedan explicar, mediante una derivación directa y lógica; la existencia de muchos fenómenos de la naturaleza.

La ley de la Conservación de la Energía, en física, no tiene utilidad alguna. Es simplemente una hipótesis válida para explicar una cantidad tremenda de fenómenos naturales. Tal hipótesis nunca puede comprobarse, pero, bastará un solo fenómeno que no pueda ser explicado por la hipótesis, para comprobar su invalidez.

De alguna manera hemos restringido la connotación de la palabra “ciencia” a una colección muy selectiva, por cierto, de fenómenos naturales. Hablamos de ciencia cuando trabajamos con la física, la química o la biología. También deberíamos reconocer que hay muchos fenómenos más que no caen en estas categorías. Por ejemplo, los fenómenos que observamos en las organizaciones, particularmente las industriales. Si estos fenómenos no son fenómenos de la naturaleza, entonces ¿Qué son? ¿Habremos de colocar lo que vemos en las organizaciones, en el campo de la ficción, en vez de la realidad?.....

Eliyahu M Goldratt y Jeff Cox LA META



# INTRODUCCIÓN

---

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las empresas de distribución de energía eléctrica comprometidas con la sociedad, cuyo propósito es permanecer, crecer, ser eficaces y eficientes, están obligadas a contar con sistemas eléctricos capaces de garantizar a los consumidores un suministro continuo, confiable y de calidad; además las necesidades de los consumidores por su lado también están evolucionando y son más dependientes del suministro eléctrico, por lo que, necesitan y exigen mayor calidad del mismo. Todos los aspectos descritos deberán estar enmarcados dentro de un proceso de gastos de explotación e inversiones acorde a sus propios ingresos y a los aportes gubernamentales.

Dentro de este contexto, las normas y recomendaciones constructivas y otras, provenientes de entes e instituciones que regulaban estos procesos, fueron suspendidas y eliminadas a nivel nacional, motivo por el cual las empresas eléctricas de distribución del Ecuador han venido realizando ajustes a los documentos que proporcionaron los entes reguladores, constatándose una variada gama de procesos, normas y procedimientos que difieren de una Empresa a otra.

En la actualidad el MEER (El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable), está normando a nivel nacional muchos de los aspectos indicados, mediante comisiones y delegaciones a las Empresas Distribuidoras, pero no ha podido englobar el universo de necesidades. Las comisiones han tomado como base a las empresas de mayor eficiencia y han mejorado la documentación para que tenga su aplicación a nivel nacional.

Tanto el ministerio de Electricidad, como la CENTROSUR están también contratando consultorías para definir una normativa general para la expansión y operación del Sistema Eléctrico de Potencia, SEP, pero no



contemplan todavía en los términos de referencia la eficiencia y eficacia de todos los tópicos presentados.

## **2. PROBLEMAS NO RESUELTOS**

1. La información básica no se ha actualizado en los últimos 20 años; considerando que esta se realizó únicamente utilizando el método de la estimación y sobre la base de la experiencia de los fiscalizadores de proyectos.
2. No se ha realizado un análisis de tiempos al utilizar componentes eléctricos de nueva tecnología: más livianos, de gran versatilidad y mejores prestaciones.
3. Los contratistas generalmente solicitan incrementos de precios; aunque esos mismos profesionales en concursos los reducen considerablemente.

El análisis de precios debe contemplar la creciente exigencia de calidad de la energía y otros insumos.

## **3. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

Las alternativas de mejora que puedan presentarse, podrían optimizar recursos, sin que esto represente perjuicios para las personas que brindan los servicios a la CENTROSUR.

Los nuevos software que se ofertan en el mercado, obtiene los volúmenes de obra y presupuestos a través de archivos digitales, pero, en las empresa distribuidoras no se cuenta con un estudio confiable de los tiempos requeridos para realizar las instalaciones de sus componentes aplicables a nuestro medio, recurso indispensable para el uso de las herramientas computacionales.





Al no contar con un procedimiento proporcionado por el Regulador, y al no tener un mismo mecanismo de cálculo a nivel nacional, a pesar de que las organizaciones realizan sus análisis de costos, sobre la base de normas internacionales aceptadas en la institución, no se pueden comparar los procesos de cálculo entre distribuidoras para mejorar los métodos.

Las exigencias medioambientales cada vez exigentes, conlleva a que el suministro de energía debe apoyar a la ecología, prever y cuidar la vegetación y respetar las distancias de seguridad; consecuentemente obliga al incremento de responsabilidades en el campo de la construcción que conlleva al incremento de costos cumplir con los requisitos.

Los pliegos tarifarios son regulados por Estado y por lo tanto no son lo suficientemente altos para considerarlos como fuente de financiamiento en la expansión y el mantenimiento de los sistemas de distribución.

Los recursos que debe entregar el gobierno Ecuatoriano, según se dispone en la ley, reglamentos y regulaciones, son siempre más exiguos y no siempre se cumplen oportunamente.

Como las fuentes de financiamiento disponibles no permite la expansión y refuerzos de los sistemas, las empresas de distribución, para cumplir con la ley del sector eléctrico, deben ser más eficientes y eficaces, eliminando tareas repetitivas, disminuyendo la producción de desperdicios y realizando análisis de costos en todos sus procesos.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El análisis del sistema de precios unitarios de la CENTROSUR está obsoleto y adolece de certeza para evaluar los costos unitarios.



## 5. JUSTIFICACIÓN

El crecimiento de la Empresa, las exigencias cada vez mayores de calidad del servicio y del producto y los avances tecnológicos vertiginosos de los últimos años, imponen una dinámica constante en los procesos, procedimientos y equipamiento que se utilizan para proveer de energía eléctrica a los usuarios, los mismos que deben ir adaptándose a los nuevos requerimientos.

El desarrollo de este proyecto servirá como aporte para mejorar el proceso de cálculo de precios unitarios para el ensamblaje de estructuras en sistemas de distribución de media y baja tensión aéreas de la CENTROSUR, mejorar la eficacia y eficiencia utilizando mejores controles y el uso de equipos y materiales de nueva tecnología; y proponer su uso en otras empresas distribuidoras del país, así como, proponer potenciales cambios en los procesos constructivos para mejorar el rendimiento, velando por la salud ocupacional de los trabajadores. Adicionalmente proponer el proyecto para ser aplicado en otras actividades de carácter eléctrico en tópicos que no se consideren en este trabajo.

## 6. OBJETIVOS

### Objetivo General

Analizar el estado de arte del sistema de cálculo de precios unitarios para la ejecución de sistemas de media y baja tensión aéreas, así como, verificar los resultados obtenidos con las mejoras sugeridas, acorde a las técnicas de trabajo aplicadas a nivel mundial y adecuado a nuestro medio.

### Objetivos Específicos

Adicionalmente se plantean algunos objetivos específicos, los mismos que coadyuvarán al cumplimiento del objetivo general.



1. Identificar y analizar los resultados de los proyectos ejecutados con los precios unitarios contratados y compararlos con los concursos realizados, en los que los oferentes proponen sus propios precios, bajo la óptica de proveedor de servicios.
2. Analizar el método utilizado y comparar con los métodos y experiencias internacionales.
3. Considerar las muestras en base a un análisis estadístico previo y medir los tiempos y documentar el sistema a partir de los métodos que se adapten a nuestro medio y objetivo del trabajo.
4. Actualizar los rendimientos en el ensamblaje de las estructuras, mediante el estudio de micromovimientos o estudio de tiempos.
5. Evaluar el modelo propuesto y aplicación con en el software (Sistema de Gestión de Proyectos) SGP de la CENTROSUR. y recomendar cambios en el Software.
6. Proponer un modelo a seguir en el MEER, sobre la base de los procesos y materiales homologados que son de aplicación a nivel de todo el Ecuador.

## **7. HIPOTESIS DEL TRABAJO**

Una fundamentación científico- técnica adecuada del sistema de precios unitarios de la CENTROSUR, repercutirá en forma favorable en la eficiencia y la eficacia del sistema de costos y economía en la ejecución de proyectos de distribución tanto para la Empresa como para los proveedores de servicios.



## 8. VARIABLES

Gestión de subcontratación, tiempo de ejecución de proyectos, estado de clima como humedad, temperatura y polución. Distancia entre lugares de trabajo y facilidades de acceso.

## 9. MARCO REFERENCIAL

### Marco teórico

La energía eléctrica, al igual que otros insumos y servicios, debe cumplir con ciertas exigencias de calidad que garanticen un correcto funcionamiento de todos los equipos conectados a un sistema eléctrico de distribución, los sistemas eléctricos de potencia deben estar diseñados para poder satisfacer la demanda de los clientes potenciales en el tiempo, lugar y en la cantidad que lo requieran.

Uno de los caminos para que una empresa de servicios públicos pueda cumplir con los parámetros de calidad y pueda ampliar su cobertura de servicio y con bajos recursos económicos, es aumentando su eficiencia y su productividad. La contratación de servicios, la producción, ingeniería, costos y mantenimiento son áreas ideales para la utilización de métodos, estudio de tiempos y un sistema adecuado de pago de salarios.

El campo de estas actividades comprende el diseño, formulación y selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y especialidades diversa para la ejecución de proyectos eléctricos, después de que se cuente con el diseño respectivo.

### Marco Legal

La Constitución Política del Estado en el artículo 52 señala:

- Que las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.



- Se fijan los objetivos fundamentales de la política nacional en materia de generación, transmisión y distribución de electricidad, siendo entre otros:
  - Proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad que garantice su desarrollo económico y social;
  - Asegurar la confiabilidad, igualdad y uso generalizado de los servicios e instalaciones de transmisión y distribución de electricidad;

La ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) en sus artículos 34 y 56 indica:

Art. 34.- Contrato de concesión -

En el contrato de concesión se establecerán los mecanismos de control de los niveles de calidad de servicio, tanto en lo técnico como en lo comercial, y de identificación de las mejoras de cobertura. En ningún caso el Estado garantizará la rentabilidad del negocio, ni establecerá tratamientos tributarios especiales o diferentes a los que rijan al momento de la celebración del contrato.

Art. 56.- Valor Agregado de Distribución (VAD).-

El valor agregado de distribución, corresponde al costo propio de la actividad de distribución de una empresa eficiente, sobre la base de procedimientos internacionalmente aceptados, que tenga características de operación similares a las de la concesionaria de distribución de la cual se trate.

Para calcular el valor agregado de distribución se tomará en cuenta las siguientes normas:

Costos de inversión, operación y mantenimiento asociados a la distribución en la empresa de referencia por unidad de potencia suministrada; y,



Costos de expansión, mejoramiento, operación y mantenimiento de sistemas de alumbrado público que utilicen energía eléctrica.



## Capítulo I

# LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES EN EMPRESAS SUMINISTRADORAS DE SERVICIOS

---

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El planeta tierra pierde día a día sus condiciones y probabilidades de cubrir las necesidades de la humanidad, pero, su población aumenta en niveles alarmantes, se vive más tiempo y cada vez se presentan nuevas necesidades para vivir mejor.

En el mundo entero y en particular en nuestro país, resulta emergente que se considere y se consiga cada vez, sistemas productivos eficientes para cubrir los requerimientos de nuestros núcleos sociales. Estos necesitan, como es sabido, infinidad de objetos, artículos, productos, materias primas y servicios, para poder subsistir dentro del ambiente geográfico, político, religioso o social en que se desenvuelve.

Una de las últimas alternativas que nos queda para ser sostenibles y sustentables en nuestro medio, es a través de una mejora en la eficiencia y eficacia, produciendo bienes y servicios con mayor rapidez, eliminando al máximo los desperdicios y mitigando en todo lo que sea posible, los daños medio ambientales que se produzca durante los procesos.

La administración de operaciones ha sido creada y pretende, mediante un mecanismo eficiente y a costos reducidos, realizar el control de las actividades en un proceso, detectando a tiempo, “cuellos de botella”, maximizando los rendimientos y minimizando los costos



## 1.2. IMPORTANCIA DE LA PRODUCTIVIDAD

Uno de los procedimientos para que una empresa pueda crecer e incrementar la rentabilidad, consiste en aumentar su productividad. Para ello deben utilizarse métodos científicos, realizar estudios de tiempos y considerar un sistema de remuneraciones adecuados al medio.

La producción, la ingeniería, el estudio de costos, el mantenimiento y la administración de una Empresa son sitios adecuados para la aplicación de métodos y el estudio de tiempos para mejorar la productividad.

La administración de operaciones **(1)**, es la actividad mediante la cual, los recursos que fluyen dentro de un sistema definido, son combinados y transformados en una forma controlada para agregarles valor en concordancia con los objetivos de la organización, actividades que representa la producción de bienes y servicios.

Si en el transcurso del tiempo se presenta una demanda en el sistema, es responsabilidad de la Administración de Operaciones programar y realizar su control para producir los bienes o servicios requeridos. Durante todo el proceso se debe ejercer el control sobre los inventarios, la calidad y los costos para lograr la sustentabilidad de la Institución

Los objetivos:

1. Maximización de utilidades.
2. Proveer el mejor servicio posible
3. La sostenibilidad en el tiempo.

## 1.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS(2)

Las raíces de la administración de operaciones se remontan a la revolución industrial en 1770 con acontecimientos como: el concepto de división de trabajo por Adam Smith. La máquina de vapor de James Watt y el concepto de partes intercambiables por Eli Whitney.





1776- Adam Smith difundió las ventajas de la división del trabajo

1832- Charles Babbage recomendó el empleo del método científico para analizar los problemas de las fábricas.

1878- Frederick Winslow Taylor expresó que la buena administración no era el resultado de la aplicación de técnicas individuales al trabajo, sino de un enfoque sistemático de las operaciones. (Administración científica, la capacitación y el estudio de tiempos).

1911- Frank Gilbreth desarrolló técnicas de estudio de movimiento usando therbligs y cronociclógrafos.

1911- Lillian Gilberth contribuyó en el campo de las relaciones humanas. Estudiando la función del factor humano en las empresas acerca de la fatiga y la psicología del trabajador.

1913- Henry Ford -línea de montaje para producción en masa.

Tomó de Eli Whitney la idea de las partes intercambiables (refacciones) para así poder introducir la “producción en masa” en la industria de gran escala. Destacó también por su interés, el elemento humano como parte de la producción.

1913- Henry Gantt- El gráfico de Gantt

Desarrolló un sistema para programar la producción. Subrayó la importancia de la psicología del trabajador en áreas tales como la moral.

1913- Harrington Emerson- la estructura de la organización adoptó las ideas de Taylor, donde hacía hincapié en los objetivos de la empresa, por consiguiente elaboró “principios” los cuales pretendían mejorar la eficiencia de la organización.



1931- H.F Dodge, H.G Roming y Shewart- Desarrollaron el procedimiento de la inspección por muestreo para el control de calidad para facilitar su utilidad. Para lo cual se elaboraron tablas de muestreo estadístico donde se explicaba la teoría de la inferencia y la probabilidad estadística.

1933- G. Elton Mayo- Aprovechando de los estudios de Hawthorne, destacó los factores humanos y sociales en el trabajo. Esto dio origen a la escuela conductual. Pensaba que la administración científica enfatizaba a menudo la capacidad técnica a costa de la capacidad de adaptación.

1935- L.H.CTippett- Promotor de las normas de trabajo. Conocido por sus trabajos sobre la teoría de muestreo, quien proporcionó a la industria un método para determinar las normas de trabajo, tiempo ocioso y otras actividades laborales.

A mediados del siglo XX, con la investigación operativa y la computación, inició la era de la automatización. Las máquinas controladas por computadoras, la cibernética y la robótica dieron lugar a los sistemas flexibles de producción.

En el siglo XXI se ha pasado de la economía industrial a la economía del conocimiento, que debe tomar una mejora en el nivel de vida, pero, mitigando la contaminación y la deshumanización del lugar del trabajo.

#### **1.4. ALCANCE DE LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES(3)**

Este ámbito del estudio comprende el diseño, formulación y la selección de mejores métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para entregar un producto o servicio, luego de contar con los diseños correspondientes. La alternativa que se elegirá, será la que compagine con las mejores técnicas y habilidades disponibles, a fin de lograr una eficiente interrelación máquina – hombre.



Luego de establecido el método, se tiene como responsabilidad determinar el tiempo requerido para entregar un determinado servicio y con determinadas condiciones de calidad.

Comprende adicionalmente la definición del problema con relación al costo esperado, la repetición del trabajo en diversas operaciones, el análisis de estas para determinar los procedimientos más económicos, la utilización de tiempos apropiados y asegurarse que el método descrito sea ejecutado y puesto en operación con seguridad y cumpliendo las normas correspondientes.

### **1.5. LA ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES**

Es responsabilidad de la Administración de Operaciones conseguir todos los insumos necesarios, trazar un plan de producción que manipule eficientemente los materiales y utilizar la capacidad y los conocimientos disponibles en las instalaciones de la empresa suministradora de servicios o productora y en los del mercado.

Por lo indicado, debe darse mayor importancia a los recursos, los sistemas, la transformación y al valor agregado que se puedan conseguir en la producción de bienes y servicios.

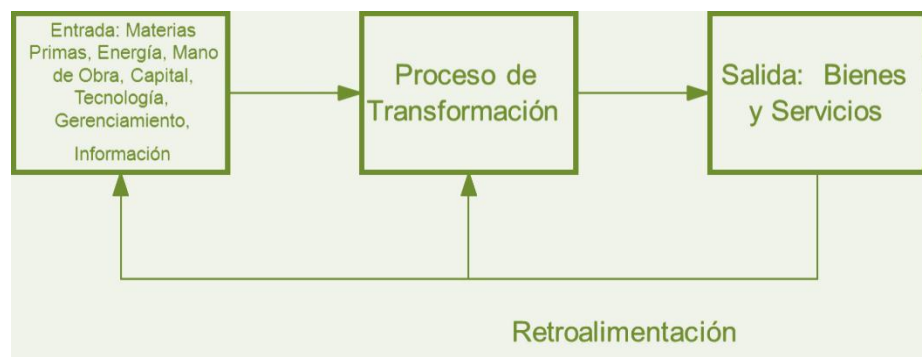
Considerando que “Los Sistemas” se los define como los componentes diseñados para lograr los objetivos de la Empresa en el entorno social y económico, estos a su vez, se han dividido en sub-sistemas para proceder con la delegación a cierto grupo de personas y así conseguir mejores resultados

Los elementos componentes del sistema, contienen funciones de administración de personal, ingeniería, finanzas, investigación y desarrollo, operaciones y la comercialización.

La capacidad de un sistema para lograr sus objetivos depende de su diseño y su control. Cuanto más estructurado sea el diseño, la toma de decisiones estará menos implicada en su operación. El control de sistemas es el apego de las actividades a los planes o las metas. El diseño y su control deberán ser lo suficientemente flexible para acomodarse a los cambios debido a las variaciones del entorno específico y al entorno general.

Las actividades de transformación y valor agregado combinan y transforman los recursos usando alguna forma de tecnología (mecánica, química, médica, electrónica, etc.). Esta transformación crea nuevos o mejoran la producción de bienes y servicios con un mayor valor agregado para los consumidores.

Retroalimentación: es el mecanismo utilizado para conocer el cumplimiento de los objetivos.



**Figura 1.1** Proceso de retroalimentación para cumplir con los objetivos (1).

### 1.5.1. Factores de un sistema de producción

Son aquellos que forman parte de la función de operación.

Se clasifican en:

**Creativos:** son los factores propios de la ingeniería de diseño y permiten configurar los procesos de producción y mejorarlos mediante la Investigación y desarrollo.

**Directivos:** se centran en la gestión del proceso productivo y pretenden garantizar el buen funcionamiento del sistema.

**Elementales:** son las entradas necesarias para obtener el producto o el servicio.



Figura 1.2 Clasificación de los sistemas de producción (2).

### 1.5.2. Entorno o medioambiente

Son todos aquellos elementos que no forman parte de la función de producción pero que están directa o indirectamente relacionados con ella.

**Se clasifican en:**

**Entorno específico:** Es el que engloba al resto de departamentos de la empresa.

**Entorno general:** Es todo aquello que rodea a la empresa o coincide con el entorno de la empresa. Por ejemplo: afectan las políticas, condiciones legales, la tecnología, entre otros aspectos.



### 1.5.2.1. Factores del Entorno específico

Para lograr una adecuada descripción del **sistema de operaciones** se ha optado por un Enfoque de Sistemas, y se ha adoptado por algunos investigadores la definición de Domínguez Machuca, cuando concibe a la **empresa** como “un sistema complejo y abierto, en el que distintos subsistemas elementos. están convenientemente organizados, formando un todo unitario y desarrollando una serie de funciones que pretenden la consecución de los objetivos globales de la empresa”

Este enfoque sistémico funcional plantea que los distintos elementos se agrupan en subsistemas homogéneos, según el tipo de función que desarrollan. Consideraremos la existencia de los siguientes subsistemas, dentro del sistema empresa:

- Subsistemas referidos a las **funciones básicas**:

**Subsistema comercial**, que según algunos autores es el que en verdad diferencia a las empresas de otros tipos de organizaciones.

**Subsistema de operaciones** es el que produce u obtiene los bienes y servicios para satisfacer la demanda.

La configuración del subsistema de operaciones comienza con la definición de objetivos a largo plazo, (acordes al plan estratégico de la empresa) y el diseño de estrategias. De acuerdo a esos objetivos y estrategias debe diseñarse el subsistema de operaciones

**Subsistema de inversión/financiero**, que se ocupa de proporcionar y administrar los recursos de capital necesarios para las inversiones en activo fijo como en su liquidez.

**Subsistema de dirección y gestión**, que penetra a los anteriores a nivel estratégico, táctico y operativo.



**Subsistema de recursos humanos**, que proporciona el personal necesario a todo el sistema de la empresa.

**Subsistema de información**, enlaza a todas las áreas entre sí y con el entorno mediante hardware y software adecuados para cada subsistema.

### 1.5.2.2. Factores del Entorno General:(3)

**a.- Factores político-legales:** Son los referentes a todo lo que implica una posición de poder en nuestra sociedad, en sus diferentes niveles, que tendrán una repercusión económica. Se incluyen en ellos elementos como:

**El sistema institucional.** Influirá decisivamente en la empresa el grado de poder y de proximidad a ella que tenga cada uno de los niveles del estado.

**Las ideologías y partidos políticos relevantes.** Dependiendo de la ideología del partido político que esté en el poder se establecerán unas directrices u otras respecto a aspectos relacionados con el aumento de empleo, tipos de contrato, subvenciones, impuestos, etc. y esto repercutirá en la empresa.

**La estabilidad y riesgos políticos.** Una empresa de un país caracterizada por una estabilidad política, tendrá una mayor estabilidad económica que aquella que esté en un país políticamente inestable.

**El marco exterior.** Se engloban en él aspectos como las tendencias de integración regional a nivel de Latino América y el Caribe.



**La legislación que afecta a la empresa.** Se refiere al conjunto de normas jurídicas, leyes y reglamentos que ordenan la actividad de la empresa.

b.- **Factores sociales y demográficos:** Son los relativos a los aspectos y modelos culturales, creencias, actitudes, etc. así como las características demográficas (volumen de la población, composición de la pirámide poblacional, inmigración, natalidad, mortalidad, uso de los ingresos, etc.) de una sociedad. Destacaremos los siguientes:

**Valores y creencias básicas de la sociedad.** Como las actividades respecto al consumo, al ocio, al trabajo, a la conversión del medio ambiente, hacia la empresa, el clima de las relaciones laborales, influirán en las empresas ya que según el concepto que se tenga de estos aspectos, se potenciará más o menos.

Debe destacarse la importancia que actualmente tiene el medio ambiente y los valores ecológicos implicando directamente a las empresas, las cuales tienden a elaborar políticas de cambio (se recicla el papel, se evita la contaminación, los residuos, basuras, o se descartan el uso de algunos productos o materia prima por ser altamente contaminantes). A mayor rapidez de adaptación mayores ventajas.

**Las modas y los estilos de vida.** La empresa se verá afectada por los cambios en los modos de vida de la sociedad y tendrá que adecuar su actividad a ellos. Por ejemplo, el modelo cultural en los que se da mucha importancia a la imagen puede obligar a un cambio en el aspecto externo de la empresa, que se manifestará a través del diseño de sus instalaciones, en logotipos, en la imagen de marca.

**Las variables demográficas.** El volumen de población y su composición por sexo y edad, la natalidad, la mortalidad, los matrimonios y divorcios, la tasa de actividad, las migraciones





ocasionarán oportunidades de negocio o amenazas para la empresa.

**c.-Factores tecnológicos:** Son los derivados de los avances científicos y son estimulados por las consecuencias económicas favorables del empleo de la tecnología como instrumento para competir. Las empresas que se incorporen al cambio técnico verán incrementada su eficiencia y como consecuencia sus beneficios a largo plazo aumentarán. Entre los factores tecnológicos destacamos los referentes a:

- Nuevos materiales, productos o procesos de producción.
- Mejoras en el transporte de las personas y mercancías.
- Avances en los medios informáticos y en las telecomunicaciones (internet)

**d-Factores económicos:** Son los que afectan a las relaciones de producción, distribución y consumo de una empresa, es decir, a la forma en que los socios deciden usar o incrementar los recursos. De entre todos los factores económicos que afectan a la empresa, los más significativos son:

**Política fiscal.** Es la actuación del Estado sobre la economía mediante decisiones referentes al gasto público y los impuestos.

1. Decisiones sobre el gasto público. Una política expansiva aumentará los gastos públicos traduciéndose en un aumento de la demanda agregada, ya que el Estado para prestar sus servicios demandará los servicios del sector privado, además, de una forma indirecta, hará que la renta de muchos particulares aumente, aumentando, por lo tanto, la capacidad de consumo de los mismos (por ejemplo pensionistas y desempleados). Si la política es restrictiva y el gasto disminuye ocurrirá el proceso contrario (por ejemplo, subsidios y otros).

2. Decisiones sobre los impuestos. Si se lleva a cabo una disminución de los impuestos se producirá un aumento de los beneficios de la empresa,



y, por tanto, un aumento de la inversión, lo que puede provocar un incremento de la producción y del empleo y por lo tanto un aumento del consumo privado al aumentar la renta de los particulares. Si los impuestos aumentan sucederá lo contrario.

**La política monetaria:** Es el control que hace el Banco Central sobre la cantidad de dinero de circulación mediante el control de tipos de interés.

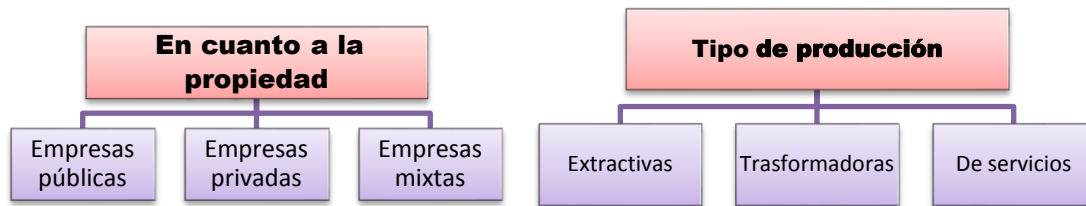
Si crecen los tipos de interés se encarecerán los préstamos y a las empresas les será más caro obtener financiación para llevar a cabo sus planes de inversión, además se incentivará el ahorro al ser remunerado mejor y se reducirá el consumo, por lo que la demanda de productos de las empresas disminuirá y por lo tanto disminuirá el empleo. Si los tipos de interés bajan se producirá un efecto contrario.

La inflación: Genera el crecimiento continuo y generalizado de los precios de los bienes y servicios, los cuales influirán en la economía y como consecuencia en la empresa. La inflación no repercute sobre todas las empresas por igual, sino que puede perjudicar a unas más que a otras en función de cómo consigan minimizar los siguientes efectos negativos:

**El ciclo económico.** Consiste en las fluctuaciones económicas de la producción total, el PIB, acompañada de fluctuaciones de la mayoría de las variables económicas entre las que cabe destacar el nivel de desempleo y la tasa de inflación.

## 1.6. CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS(4)

Las empresas pueden ser clasificadas de acuerdo con algunas características: como su propiedad y tipo de producción. En los cuadros siguientes se presenta cada una de las clasificaciones.



**Figura 1.3 Clasificación de las Empresas por su propiedad y producción(3)**

La Administración de Operaciones tiene un rol fundamental en la consecución de ventajas competitivas en empresas suministradoras de bienes. Muchos autores, indican el papel que debe jugar en las organizaciones de servicios.

1. Es ampliamente conocido que el sector servicios o terciario en la actualidad resulta ser el de mayor importancia y crecimiento en el grupo de países industrializados, siendo el que más empleo ha creado en la última década.

2. El importante papel estratégico que desde la pasada década de los 70 viene desempeñando el Sistema de Operaciones en las empresas dedicadas a la fabricación de bienes, convirtiéndose en un verdadero motor para la consecución de ventajas competitivas sostenibles para las mismas.

3. A pesar de la significativa contribución del sector servicios al desarrollo de nuestra economía, y de la importancia estratégica que puede y debe desarrollar el sistema de Operaciones en las empresas del sector eléctrico, no recibe un tratamiento acorde en el ámbito académico y empresarial.

En consonancia, se tiene el convencimiento que al igual que la Dirección de Operaciones ha jugado un papel decisivo en el incremento de productividad y competitividad en las empresas de fabricación de bienes,



lo puede y debe jugar en las de servicios, siempre y cuando se tenga en cuenta que las características propias y distintivas de los servicios hacen que, inevitablemente, la gestión de las mismas, y de su sistema de Operaciones, presenten diferencias, algunas significativas, con respecto a las empresas manufactureras.

En este sentido, la elaboración de una estrategia adecuada debe convertirse en el primer paso ineludible si se desea posicionar a la empresa en el ámbito de la gestión y garantizar el éxito. No existen diferencias de concepto entre la estrategia de empresas fabricantes de bienes y la de empresas prestadoras de servicios. La definición de estrategia Empresarial, estrategia de Operaciones, etc., sus procesos de desarrollo o elaboración y el enfoque jerárquico que debe presidir su formulación, no presentan diferencias sectoriales. Sin embargo, será a la hora de abordar cada una de las fases de este proceso de desarrollo, desde el diagnóstico de la situación actual, hasta la determinación de las distintas decisiones estratégicas de cada una de las áreas, cuando habrá que identificar y dar un tratamiento adecuado a las particularidades que presentan aquellas empresas dedicadas a la prestación de servicios.

## **1.7. PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE OPERACIONES EN EMPRESAS DE SERVICIOS**

### **1.7.1. Diagnóstico de la situación actual(3)(5)**

Dentro de la primera fase de este proceso, el diagnóstico de la situación actual, no se pueden establecer diferencias notables en el análisis interno de la empresa, pero sí en el análisis del entorno. Concretamente, es a la hora de determinar los peligros y oportunidades que ofrece el entorno a las empresas de servicios donde se debe prestar especial atención a una serie de factores que afectan especialmente a las mismas. En este sentido, se puede destacar, sin pretender ser exhaustivos, los siguientes:



En algunas ocasiones se pueden encontrar empresas de servicios monopólicas fundamentalmente que, por su escaso margen de beneficio, difícilmente subsistirían en cualquier otro mercado competitivo.

Los servicios a diferencia de los productos son

- Intangibles y perecederos
- No pueden ser producidos de antemano
- El cliente puede ser el insumo, participa activamente en el proceso
- El tiempo de respuesta: no se permite más allá de algunos días, minutos, segundos
- El trabajo debe realizarse cerca del cliente
- La calidad de servicio es más difícil de medir (intangibles)

### **1.7.2. La toma de decisiones**

El proceso de toma de decisiones involucra una serie de aspectos de importancia capital para la empresa u organización. Una mala decisión puede acarrear problemas económicos a la compañía, pero, una buena puede llevarla a su mejor momento económico. Por lo indicado, todo gerente responsable debe ser muy cuidadoso a la hora de decidir las estrategias de la organización.

Cuando hay que tomar una decisión es porque nos encontramos ante una alternativa, y el proceso de tomarla debe fundarse sobre algún método racional de elegir entre las diversas posibilidades.

Previo a toda acción se debe estudiar toda la información que tenga a disposición, antes de tomar sus decisiones.



Los problemas que se presentan en la Administración de Operaciones requieren de dos tipos principales de decisiones: Las que se refieren al diseño del sistema y las que se relacionan con el manejo y control (decisiones de largo alcance y de aplicación inmediata).

#### **1.7.2.1. Desarrollo de objetivos a largo plazo y prioridades competitivas de la Función de Operaciones en las empresas de servicios**

Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual, en el proceso de planificación estratégica se deben establecer una serie de objetivos a largo plazo, jerarquizados en función de su importancia, que servirán de referente para el establecimiento de las diferentes decisiones gerenciales y de las estrategias en cada área funcional. Los objetivos básicos para este subsistema son *costo, entregas, flexibilidad, calidad, servicio y medio ambiente*. Estos objetivos son válidos tanto para las empresas de bienes como para las empresas de servicios, aunque en su formulación para estas últimas deben tenerse en cuenta algunas consideraciones especiales:

##### **1.7.2.1.1. Objetivo costo**

No por ser empresas de servicios públicos, se debe perder su importancia estratégica el costo. La importancia del objetivo costo se justifica por sí sola al ser uno de los condicionantes fundamentales del precio de los servicios que se ofrecen a los clientes. Aunque este último no sea siempre el factor determinante a la hora de competir, mantiene una importancia relevante en ciertos subsectores terciarios sensibles a él. Por otra parte, la disminución de costos siempre permitirá aumentar el beneficio empresarial, por lo que será indefinidamente, al menos, una meta importante para cualquier organización y, por supuesto, para la permanencia de las abundantes microempresas presentes en el sector terciario o sub-contratistas que apoyan con su gestión mediante la suscripción de contratos para solucionar una demanda de servicios por parte de los clientes.



Existen dos soluciones básicas a la hora de lograr decrementos de costos sin incurrir en reducciones de calidad del servicio:

A. Mejor aprovechamiento de los recursos disponibles o mejora de los métodos y procesos de trabajo, que propicien una disminución de los costos de mano de obra, de materiales, de desechos, etc.

Muchas de las empresas del sector público principalmente, al no haber prestado la suficiente atención al diseño de su proceso de prestación, son muy sensibles a la aplicación de estudios de métodos y tiempos. No se debe olvidar que casi todos los servicios, además de zonas de alto contacto con los clientes, tienen un *back-office*(6) que supone una fuente potencial de mejoras en los procesos sin que por ello se vea resentida la atención personalizada a los consumidores. La simple colocación de los materiales de trabajo de una forma más racional, el estudio de la circulación de los operarios o el diseño de ciertos procedimientos estándar, pueden convertirse en ahorros importantes de costos que las empresas de servicios no deben obviar. Además, la presencia del cliente durante la prestación del servicio, que viene señalándose tradicionalmente como uno de los inconvenientes para obtener eficiencia, puede incluso convertirse en una vía importante de reducción de costos si se lo utiliza bien este recurso.

Este tópico se refiere a la participación eficiente y activa del cliente en el proceso de prestación realizando actividades que pudieron ser ejecutadas por las empresas (piénsese en la colaboración de las comunidades en la electrificación rural, etc.). Estas empresas incrementan la productividad de su mano de obra al conseguir, al menos, el mismo volumen de actividad con menos empleados o subcontratando los servicios mediante la tercerización, con micro empresas altamente calificadas



B. Realización de inversiones. Una alternativa tan utilizada en la fabricación de bienes, como es la reducción de los costos unitarios a través de inversiones en equipos más productivos o a través de la subcontratación a precios competitivos, está también a disposición de las empresas de servicios. Debe considerarse que en ningún momento se pretende disminuir la calidad ofrecida y por ende la pérdida de credibilidad e imagen.

Cualquiera de las vías de reducción de costos propuestas anteriormente persiguen la mejora de la eficiencia, o lo que es lo mismo, a la mejora de la productividad. También en la medición de ésta última, las organizaciones prestadoras de servicios necesitan de una consideración especial que las diferencie de las empresas fabricantes de bienes. Aunque ambas comparten los mismos problemas de medición, formulación y medida, en la productora de bienes los ítems que salen de una línea y son perfectamente homogéneos, en cambio, las características de heterogeneidad, presencia del cliente y adecuación a las demandas particulares de éste, presentes en los servicios, harían, por ejemplo, que la simple medición de la productividad de la mano de obra como la relación entre clientes atendidos y horas de trabajo empleadas pueda resultar, además de bastante inconsistente, inútil a efectos comparativos. Por otra parte, debe resultar obvio que nunca se debe acometer la medición de la productividad en empresas terciarias sin relacionarla con la calidad del servicio que se está prestando.

Por tanto, se debería llegar, a establecer formas de medición de la productividad en relación con la calidad ofrecida. Las diferencias observadas en la productividad obtenida por empresas dedicadas a la fabricación de bienes y aquellas otras prestadoras de servicios han sido ampliamente estudiadas, considerando que la dificultad para conseguir una adecuada productividad aumenta para las empresas de servicios, donde se suelen alcanzar valores bastante más bajos que en las





manufactureras. Las causas de esta menor productividad las resumen en que:

- Con frecuencia son empresas intensivas en mano de obra, en las que la mejora de la productividad vía tecnología es más difícil o no es posible.
- El procesamiento del servicio es individualizado, no cabe la producción masiva y no pueden aprovecharse las ventajas de esta última.
- A menudo se trata de tareas intelectuales desarrolladas por profesionales, con posibilidad de grandes diferencias entre las mismas.
- En muchos casos, las actividades del sector servicios son difíciles de mecanizar y automatizar.

Aunque se reconozca las causas que mencionan algunos autores para explicar las diferencias de eficiencia entre ambos tipos de organizaciones, la aplicación de los principios correctos en cada área del negocio de servicio, disminuyendo en la medida de lo posible su dirección “acientífica” e intuitiva, puede contribuir enormemente a mejorar la situación de los mismos.

#### **1.7.2.1.2. Cumplimiento en las entregas**

En general, el factor tiempo puede tener mayor importancia en las empresas de servicios que en las que fabrican bienes, pues en la mayoría de las ocasiones la prestación del servicio no puede posponerse en el tiempo. El cumplimiento del objetivo *entregas* se obtiene a través de la consecución de dos aspectos diferenciados:

#### **1.7.2.1.3. Calidad**

Si bien es cierto que los estudios específicos dedicados a la Dirección de Operaciones en empresas de servicios son bastante escasos en la



literatura actual, se reconoce que la calidad en este tipo de empresas ha sido estudiada con mucha profundidad. Este fenómeno puede encontrar su explicación en el gran auge que los aspectos relacionados con el cliente y su satisfacción con el servicio recibido por parte de las empresas, por lo que se ha extendido a todo tipo de organizaciones.

De lo que no cabe duda es que la calidad debe constituir también un objetivo de primera magnitud en las empresas prestadoras de servicios, sin embargo, las características de los servicios hacen que su tratamiento tenga que ser en cierta medida distinto. Aspectos como su interrelación con la productividad, la imposibilidad de medirla antes del acto de consumo por parte del cliente, o el importante papel que en su consecución juega el elemento humano de la empresa, son sólo algunos de los aspectos que diferencia la calidad de las empresas de servicios y la de las empresas fabricantes de bienes. Además, se conoce que el cliente vive en la prestación del servicio “una experiencia global” derivada del diseño del servicio que se le esté ofreciendo, de forma que su percepción de la calidad dependerá de aspectos, a veces tan poco relevantes para este tema en la industria, como la limpieza, el ambiente y el diseño de las instalaciones, la empatía con el operario que está “fabricando” el servicio o posibles retrasos en la “entrega”.

#### **1.7.2.1.4. Aumento de la Flexibilidad**

Se puede afirmar que, en general, las mismas fuentes de variabilidad que sufren las empresas fabricantes de bienes (proveedores, mano de obra, productos, equipamiento, demanda, etc.) son soportadas por las prestadoras de servicios, aunque alguna de ellas puede tomar especial importancia dependiendo del sector, así, la variabilidad de la demanda es de gran incidencia en algunos sectores como los lugares destinados a vacaciones, que presentan consumos eléctricos elevados únicamente en temporadas. En este sentido, el objetivo *flexibilidad*, entendido como la capacidad de adaptación al cambio con eficacia y eficiencia, debe tener



la misma consideración de importancia en ambos tipos de organizaciones.

Sin embargo, y como se acaba de señalar, debido a determinadas características de los servicios como la intangibilidad, la participación y, a menudo, la necesaria presencia del consumidor en la prestación del servicio, algunos tipos de flexibilidad toman especial importancia en las empresas prestadoras de los mismos. Siendo los más relevantes los siguientes:

- Flexibilidad para cambios en los servicios o personalización, con la que se persigue la adaptación a las necesidades particulares de cada cliente.
- Flexibilidad para cambios en el volumen, que busca acelerar o frenar la tasa de producción para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda.

#### **1.7.2.1.5. Servicio al cliente**

Podemos definir el objetivo servicio en empresas del sector terciario como cualquier aportación nueva que mejore el servicio y/o su prestación situándolo por encima de las expectativas del cliente y del estándar del mercado. Como es conocido, el objetivo servicio ha adquirido en los últimos años un papel de enorme importancia entre las prioridades competitivas de las empresas. Esta relevancia puede justificarse por las siguientes razones:

- Aumenta el valor añadido del producto.
- Es un determinante muy importante para la percepción de la calidad por parte del cliente.
- La creciente demanda de un alto nivel de servicio por parte de los clientes, hace que cada vez se vuelvan más exigentes e intransigentes a la hora de percibir un servicio inadecuado.



Son muchas las medidas que las empresas del sector terciario pueden adoptar para aumentar el servicio ofrecido a sus clientes; todas ellas provenientes de una consideración o redefinición de algunos de los elementos del paquete de servicios. En este sentido, el pago de incentivos por la puntualidad en los pagos, pequeños obsequios por la actualización de datos, etc., serán percibidos por el cliente como un mejor servicio ofrecido. En cualquier caso sería conveniente tener en cuenta que estos “complementos” no deberían nunca desvirtuar la propia esencia del servicio que la empresa quiere prestar y que el consumidor espera recibir.

#### **1.7.2.1.6. El respeto por el medio ambiente**

Hoy casi nadie pone en duda que, sea cual sea la actividad de la empresa, el cuidado del medio ambiente debe ser un objetivo más a establecer dentro de la formulación estratégica de la empresa en general, y del Sistema de Operaciones en particular. Efectivamente, los problemas surgidos en los últimos años como la destrucción de la capa de ozono, el calentamiento del planeta o la deforestación, han provocado que cada vez más los consumidores demanden un mayor respeto por el medio ambiente, y que los legisladores sean cada día más sensibles a estas cuestiones y más rigurosos en la exigencia de su cumplimiento. Si esto es así para las empresas fabricantes de bienes, las dedicadas a la prestación de servicios, consumidoras de recursos naturales como la energía o el agua, y generadoras de residuos, no deben ser ajenas al problema; pues, se las denomina internacionalmente como las destructoras silenciosas del medio ambiente.

Aunque es cierto que la regulación de los temas ambientales para las empresas de servicios se ha realizado con una “menor urgencia” por parte de las administraciones públicas, cada vez son más las iniciativas existentes, y, aunque lentamente, las empresas empiezan a dar respuesta a las mismas. Por parte de muchas empresas de servicios están reduciendo paulatinamente los residuos, reutilizando muchos



productos y reciclando varios de estos que son utilizados para el suministro de servicios.

Este comportamiento “ecológico” de las organizaciones prestadoras de servicios puede encontrar justificación en el hecho de que la persistente preocupación por el cuidado del medio ambiente está alterando su entorno competitivo. En el contexto actual es posible conseguir ventajas competitivas asociadas a los aspectos ambientales: reducciones de costes (eco eficiencia), diferenciación del producto, mejoras de la imagen, etc. Existen ya estudios empíricos donde así se pone de manifiesto.

#### **1.7.2.2. Decisiones y aplicación inmediata de manejo, elección de prioridades y control de la Función de Operaciones en las empresas de servicios**

La mayoría de los administradores de operaciones toman decisiones relacionadas con todas las actividades de los sistemas de producción. Hay decisiones estratégicas, de operación y control, que deben seguir el siguiente proceso.

- Control de inventario
- Mantenimiento y seguridad del sistema
- Control y mejoras de la calidad del servicio o producto
- Conducción del personal
- Mejora del sistema de Precios Unitarios a través del estudio de micromovimientos de sus componentes.
- Calidad

Mediante la programación de operaciones, deberá analizarse las mayores dificultades o los “cuellos de botella” en la producción de los servicios de la empresa y se priorizará su estudio en función del análisis preliminar realizado.

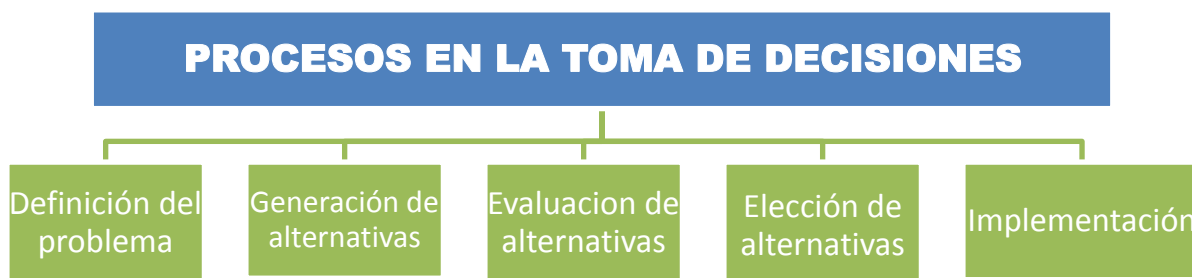


Figura 1.4 Esquema del proceso para la toma de decisiones en la mejora de un servicio o producto (10).

## 1.8. PLANIFICACIÓN Y MEJORA AL SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS PARA LA CONTRATACIÓN DE SERVICIOS MEDIANTE LA FUNCIÓN DE OPERACIONES(7)

Si bien cada uno de los procesos indicados en el numeral 1.5.2.2 son de fundamental importancia para el desarrollo de empresas de servicios públicos, se ha priorizado el análisis y la mejora de precios unitarios a través del estudio de micromovimientos para las empresas de servicios de electricidad, por no haberse actualizado los métodos o por que en otras se ha estado contratando en función de la oferta de las empresas suministradoras de servicios en el medio.

### 1.8.1 Modelos para mejorar la productividad

El proceso de la innovación inicia con la generación de ideas, comprueba la viabilidad y concluye con la implementación de un servicio. Las ideas pueden desarrollar o mejorar un nuevo servicio o proceso, reducir los costos, crear servicios diferentes que ofrezcan un nuevo potencial de satisfacción. La innovación puede darse en muchos campos: tecnológico, económico, social.

Se cuenta en la actualidad con varios modelos y estudios para mejorar la producción y estos han sido utilizados por parte de las empresas en el mundo, dependiendo del producto o servicio que se brindará, como también, su aplicación dependerá de los requerimientos del mercado,



sociedad de consumo, del tipo de institución que se pretende mejorar, etc. Entre los más utilizados se pueden indicar:

- Taylorismo
- Fordismo
- Producción en cadena
- Posfordismo
- Toyotismo, Sistema de producción Toyota
- Método justo a tiempo
- Sistema Kanban
- Kaizen
- Mejora continua
- Mantenimiento productivo total

Los métodos que más se acomodan al subsistema que se pretende mejorar son el Taylorismo digital y la Mejora Continua

El Taylorismo digital somete las tareas, hasta hace poco consideradas no *mecanizables* de carácter creativo, intelectual-, propio de las clases medias y de muchos profesionales, al mismo destino que las artesanales; son codificadas y digitalizadas consiguiendo que la capacidad humana de decisión y juicio pueda ser sustituida por programas automáticos con protocolos de decisión informatizados -mecanizados-. Además, por su facilidad de adaptación y movilidad técnica de los procesos -propia de las conexiones globales informatizadas- su empleo es fácilmente sustituido o cambiado.

El Proceso de Mejora Continua es un concepto que pretende mejorar los productos, servicios o procesos y es el que mejor se acomoda a nuestros propósitos.

Propone un comportamiento proactivo como la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay



crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones.

Para la utilización de la mejora continua se debe cumplir con los siguientes requisitos

- Apoyo en la gestión.
- Retroalimentación (Feedback) y revisión de los pasos en cada proceso.
- Claridad en la responsabilidad de cada acto realizado.
- Poder para el trabajador.
- Forma tangible de realizar las mediciones de los resultados de cada proceso

La mejora continua puede llevarse a cabo como resultado de un escalamiento en los servicios o como una actividad proactiva por parte de alguien que lleva a cabo un proceso.

Se recomienda que la mejora continua sea vista como una actividad sostenible en el tiempo y regular y no como un arreglo rápido frente a un problema puntual.

Para la mejora de cualquier proceso se deben dar varias circunstancias:

- El proceso original debe estar bien definido y documentado.
- Debe haber varios ejemplos de procesos parecidos.
- Los responsables del proceso deben poder participar en cualquier discusión de mejora.
- Un ambiente de transparencia favorece el fluido de las recomendaciones para la mejora.





- Cualquier proceso debe ser acordado, documentado, comunicado y medido en un marco temporal que asegure su éxito.

Generalmente se puede conseguir una mejora continua reduciendo la complejidad y los puntos potenciales de fracaso mejorando la comunicación, la automatización y las herramientas y colocando puntos de control y salvaguardas para proteger la calidad en un proceso.

La literatura especializada, recomienda que las tablas y secuencias de estudio se acomoden a los requerimientos de la empresa en estudio. Como en el caso de las empresas de servicios públicos de electricidad que no se tienen experiencias en casos similares en nuestro medio.

### **1.8.2 DISEÑO Y MEDICIÓN DEL TRABAJO**

Los principales objetivos de la medición del trabajo son:

- Incremento de la eficiencia del trabajo, investigando, reduciendo o eliminando el tiempo improductivo o sustituyendo métodos malos por buenos.
- Determinar y fijar tiempos estándar de ejecución del trabajo, que sirven a sistemas de la empresa como el de costos de la producción, supervisión, etc.
- Determinar la remuneración o el salario de una tarea específica.
- Determinar el desempeño de la mano de obra y como base para un sistema de incentivos.

En la figura 1.5 se presenta el esquema de una actividad que se desarrolla, sin considerar la investigación de operaciones, y se denotan las posibilidades de mejora en los diferentes componentes para poder tratarlos.

#### **1.8.2.1 Técnicas para medir el trabajo:**



- Por estimación de datos históricos.
- Estudio de tiempos de micromovimientos con cronómetro.
- Por descomposición en micromovimientos de tiempos predeterminados (MTM, MODAPTS, técnica MOST)
- Método de las observaciones instantáneas (muestreo de trabajo).
- Datos estándar y fórmulas de tiempo.

El método que más se acomoda a las empresas eléctricas corresponde al del estudio de tiempos mediante el análisis de micromovimientos de los recursos, considerando que es de utilidad para estudiar actividades de grupo no repetitivas y de ciclos largos y porque no se enfoca en los detalles.

#### **1.8.2.2 Medición del trabajo(8)(9)**

La medición de trabajo desarrollado por L. H. C. Tippett, es una técnica, que efectúa durante cierto período un gran número de observaciones y aleatorias de un grupo de máquinas, procesos o trabajadores.

Para las mediciones hay que hacer las siguientes consideraciones.

- El nivel de confianza deseado.
- Las observaciones que se requieren realizar.
- La fecha en que hay que realizar las observaciones.

Las principales aplicaciones de muestreo se centran en:

- Establecimiento de índices de demoras o retrasos para el personal o el equipo.
- Cálculo de los índices de desempeño de los trabajadores.
- Determinación del tiempo estándar para realizar las tareas.

Tanto los trabajos nuevos como los existentes pueden ser analizados mediante el enfoque relativamente estandarizado que se describe a continuación:

Tiempo total de operación en las condiciones existentes o en condiciones futuras, cuando no se utiliza la ingeniería de métodos ni el estudio de tiempos	Contenido total de trabajo		←	Contenido del trabajo mínimo del elemento en estudio	Meta de la ingeniería de métodos en el estudio de tiempos
		1	←	Contenido de trabajo añadido por defectos en el diseño o en las especificaciones del servicio, incluyendo las del material, por geometría o por acabados	Oportunidades de economizar mediante la aplicación de la ingeniería de operaciones y estudio de tiempos
	2	←	Contenido de trabajo agregado de métodos ineficientes, de fabricación u operación, incluyendo procesos de manufactura, preparación y herramientas, condiciones de trabajo, distribución de equipos en la obra y economía de movimientos		
	Tiempo inefectivo total	3	←	Tiempo adicional por deficiencias en la dirección o administración, comprende mala planificación, material defectuoso o inapropiado, mal control de materiales, herramientas, programación y supervisión ineficientes y falta de instrucción y entrenamientos adecuados	
4		←	Tiempo adicional por ineficiencias del trabajador, comprendiendo trabajo a ritmo menor que el normal y uso de márgenes excesivos		

Figura 1.5 Tiempo total de operaciones cuando no se utiliza la ingeniería de operaciones en el estudio de tiempos (8).

- 1 Seleccionar el trabajo que será estudiado e informar a los trabajadores.
- 2 Delinear las operaciones y preparar las operaciones de los trabajadores
- 3 Calcular el número n de observaciones requeridas



$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} \quad [1.1]$$

Z = Desviación normal estándar para un nivel de confianza deseado.

Para estos casos 95 % de correspondiente a valores que se encuentren en  $\pm 2$  desviaciones estándar

p = Proporción estimada de tiempo de las actividades de interés.  
(Usar la experiencia pasada, de otra forma dejar p= 0,5.

q= 1-p

e= error máximo para un nivel de precisión

- 4 Preparar una programación de observaciones aleatorias de tiempo (se puede usar una tabla de números aleatorios o una programación diferente, mediante la toma de muestras a diferentes grupos de trabajo).
- 5 Observar, calificar y registrar las actividades de los grupos de trabajo mediante una programación previamente establecida. (el tamaño de la muestra será recalculado de ser necesarios, al tener datos disponibles).
- 6 Revisar los tiempos y registrar los datos de los formularios diseñados para el efecto y sustentar cualquier situación mediante archivos fotográficos y registrar la información en una base de datos programada para el efecto.
7. Calcular el tiempo normal de trabajo (TN)

$$TN = \frac{t_o * \%T}{r} \quad [1.2]$$



$t_o$  = Tiempo observado.

%T = En el caso de no disponer se considera el 100 %.

r = Número de muestras tomadas a cada elemento de estudio.

## 8 Determinación del Factor de Concesión Fc. (% C Tomada de la OIT Organización internacional del trabajo) ver tabla 1.

La tasa de ejecución, se ajusta al estándar, esto no significa que las actividades se vean afectadas por la habilidad o el nivel de esfuerzo del trabajador observado.

Las concesiones toman en cuenta las demoras inevitables, los descansos y el tiempo personal, para lo cual es muy importante distinguir entre el porcentaje de concesión (%C) y el tiempo total de trabajo

$$F_c = \frac{1}{(1 - \%C)} \quad [1.3]$$

## 9. Cálculo del tiempo estándar.

Los estándares predeterminados de tiempo son tiempos de trabajo que se establecen por la definición de una tarea en función de elementos básicos muy pequeños, y sumando los tiempos elementales se determina el tiempo total del trabajo. Son aceptados tres sistemas de medición. Métodos de medición del tiempo (MTM), tiempos básicos de movimiento (BMT) y factor de trabajo.

Las ventajas de estos métodos son:



- El estándar de tiempo puede ser determinado antes que el trabajo se haga.
- El estándar puede estar definido a partir de datos aceptados universalmente.
- No hay interrupciones en las actividades normales.
- Los métodos son aceptados como sistemas válidos en los países industrializados

$$Ts = TN * (1 + Fc) \quad [1.4]$$

### 1.8.3 Evaluación del desempeño

En esta fase del control compara el desempeño con lo que fue establecido como estándar de comparación, para verificar si hay desviación y variación, esto es, si hay errores o falla en relación al desempeño deseado.

El control es un proceso cíclico y repetitivo. En la medida que se respete, se tiende a que las cosas controladas se perfeccionen y se reduzcan desviaciones en relación con los estándares deseados.

Como se recomienda en el procedimiento de mejora continua, el control de procesos para la ejecución de proyectos y construcción de obras eléctricas, pretende el perfeccionamiento del proceso productivo, cualquiera que sea la parte del sistema a construirse, pero principalmente cuando se trata del sistema de producción continua y por proyectos, como es el caso de las empresas de distribución.



**Tabla 1 Tiempos de Concesión recomendados por la Organización Mundial del Trabajo, que se consideran en las demoras de los trabajos**

CONCESIONES (OIT)				
<b>A CONCESIONES CONSTANTES ( FIJAS)</b>				
A1	Necesidades Personales	5% (7%)		
A2	Básicas por fatiga	4%		
<b>B CONCESIONES VARIABLES</b>				
B1	Por trabajar de pie	2% (4%)	<b>C USO DE FUERZA Y VIGOR MUSCULAR</b>	
B2	Por postura anormal		<b>( LEVANTAMIENTO DE PESOSO EN KG)</b>	
	ligeramente molesta		2,5	0%
	Molesta ( Cuerpo encorvado)	2% (3%)	5	1%
	Muy Molesta ( Acostado, extendido)	7%	7,5	2%
B3	Calidad de Aire		10	3%
	Buena ventilación o al aire libre	0%	15	6%
	Deficiente ventilación	5%	17,5	8%
	Malas condiciones de temperatura	5% (15%)	20	10%
B4	Iluminación		22,5	12%
	Suficiente o levemente inferior a lo ideal	0%	25	14%
	Bastante inferior a lo ideal	2%	30	19%
	Insuficiente	5%	40	33%
B5	Tensión visual de trabajo ( Precisión, exactitud, etc)		50	58%
	Cierta precisión	0%	<b>NO MÁS DEL 10 %, COMUNENTE UN 9 % O COMO MÁXIMO MEDIA HORA AL DÍA</b>	
	Preciso o fatigoso	2%		
	Muy preciso	5%		
B6	Tensión Auditiva ( Nivel de ruido)			
	Sonido continuo	0%		
	Intermitente y fuerte	2%		
	Intermitente y muy fuerte	5%		
B7	Tensión mental del proceso			
	Bastante complejo	1%		
	atención dividida	4%		
	muy complejo	8%		
B8	Monotonía mental de trabajo			
	algo monótono	0%		
	muy monótono	4%		
B9	Monotonía física de trabajo ( Tedio, aburrimiento)			
	algo aburrido	0%		
	aburrido	2%		
	muy aburrido	2%		

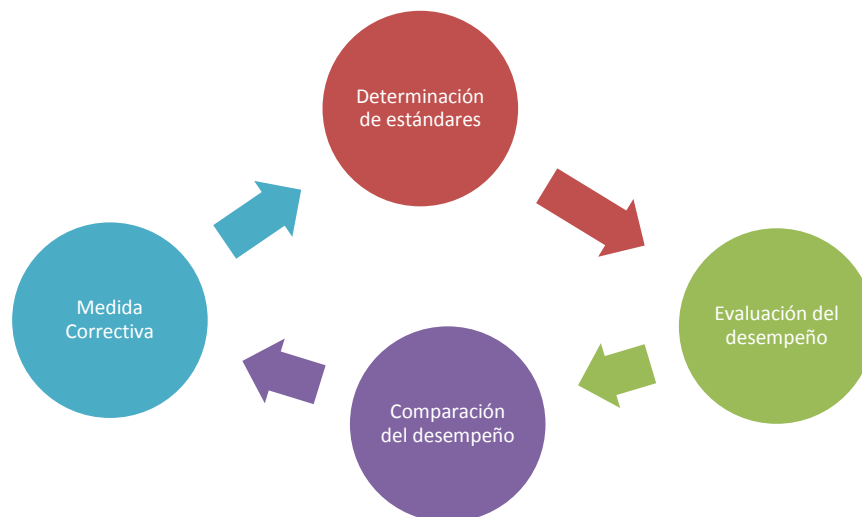


Figura 1.6 Proceso necesario para la evaluación de desempeño, mediante la mejora continua (5).

Como se puede observar en la figura 1.7, el control de estándares puede realizarse en la cantidad, calidad, tiempo y costo de un servicio, por lo que es conveniente que en una empresa de servicio de electricidad, se mantenga un equipo de trabajo, en procura de la calidad, mediante observaciones, encuestas y analizando nuevas tecnologías en forma periódica.

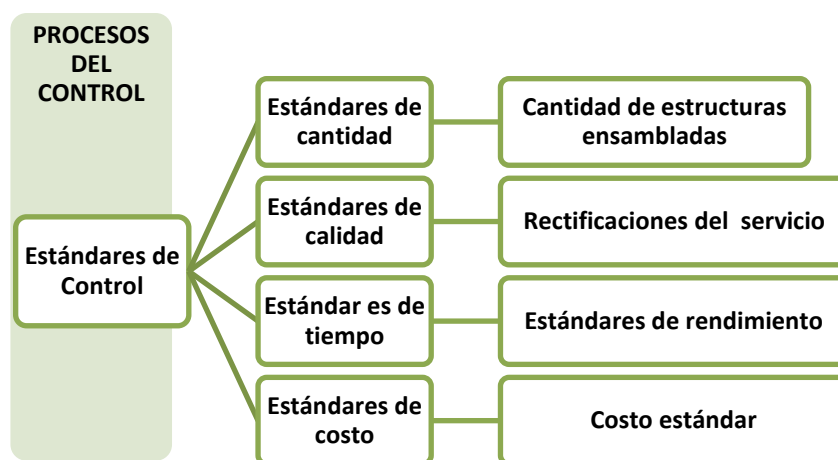


Figura 1.7 Estándares de control que deben considerarse para mejorar la calidad del servicio (7)





## 1.9 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Existe gran cantidad de información para la Investigación de Operaciones destinadas a la elaboración de productos, pero, para la dotación o suministro de servicios existe muy poca información y no se consigue muestras y experiencias relacionadas con empresas de servicio público.

Sobre lo indicado, la mayoría de autores que presentan la información, deja a las personas encargadas, gerentes o administradores el análisis de métodos, procesos y sobre todo la elaboración de formularios que se aplicarían a cada una de las empresas que requiere realizar una reingeniería o mejora continua.

Sin importar el tipo de servicio o producto a brindar por cada una de las empresas, la planificación de operaciones para el servicio o producto debe considerar no solo el mercado insatisfecho, debe realizar un estudio minucioso sobre los aspectos externos tales como las políticas gubernamentales, tipo de cambio y las relaciones del país con sus vecinos, para lograr una sostenibilidad y sustentabilidad en los momentos de cambios y para la propuesta de nuevos retos que se pretendan cumplir.

## Capítulo II

# SISTEMA DE PRECIOS UNITARIOS ACTUAL DE LA CENTROSUR

### 2.8 LA EMPRESA

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur. C. A, suministra el servicio público de electricidad en el centro sur del Ecuador, en las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago, con un área de concesión de 28.962km<sup>2</sup>, como se puede observar en la figura 2.1.



Figura 2.1 Áreas de concesión de las empresas de distribución dentro del territorio ecuatoriano (Fuente CONELEC)

Los presupuestos destinados para la inversión a partir del año 2005, han presentado una disminución para la expansión y repotenciación de los



sistemas de distribución, porque los Gobiernos de turno, destinaban la mayoría de los recursos disponibles a otras empresas de Distribución ecuatorianas, por presentar pérdidas de energía muy superiores a las exigidas en las regulaciones y sobre todo, porque la expansión de los sistemas de distribución no habían crecido a la medida de las necesidades, no así con la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, entidad que presentaba índices muy cercanos a los índices internacionales y hasta presentaba rentabilidad, situación poco común en nuestro medio, por ser una empresa de servicios públicos, con precios para la venta de electricidad regulados, que no cubren los gastos para la inversión necesaria.

Por su parte, la CENTROSUR también ha dedicado un porcentaje elevado de los recursos a proyectos de comunicación, entre ellos, los sistemas comerciales de la misma Institución, también a la venta de los servicios de internet; considerando que se le adjudicó por parte del estado ecuatoriano, la concesión para brindar los servicios mencionados en el centro y sur del Ecuador. Adicionalmente a lo descrito, se dio inicio a una campaña para la implementación de nuevas tecnologías destinadas a la mejora de la operación del sistema eléctrico.

A finales del año 2011, la CENTROSUR contaba con 300,480 clientes residenciales, comerciales e industriales en un área de servicio muy extensa, correspondiendo a 576 clientes por trabajador, cumpliendo también, dentro de éste ámbito, con índices internacionales, para este tipo de empresas.

## **2.9 CAMBIOS DEBIDO AL ENTORNO GENERAL(10)**

Los recursos económicos que se destinaban a la ejecución de proyectos de distribución rural y urbano marginales fundamentalmente provenían de un 10 % adicional que se cobraba a los consumidores de electricidad industriales y comerciales de todo el Ecuador, pero, a partir del mes de agosto de 2008, se promulga el Mandato Constituyente No.15 en el que



se suspende esta fuente de financiamiento (Artículo 3) y se dictan además las siguientes políticas:

- **Art. 1** Se dictan parámetros para aprobar nuevos pliegos tarifarios, como también se expresa que los recursos que se requieran para cubrir las inversiones en generación, transmisión y distribución serían cubiertos por el Estado y que serían transferidos mensualmente, situación que se ha cumplido en forma parcial y con retrasos a la programación planteada.
- **Transitoria CUARTA.-** Las Empresas Eléctricas de Distribución y la Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil, CATEG, por esta sola vez, extinguirán, eliminarán y/o darán de baja las cuentas por cobrar a los consumidores que se benefician de la Tarifa de la Dignidad al cierre de la facturación del mes de junio del 2008, que consumen hasta 110 kWh mensuales en la sierra y hasta 130 kWh mensuales en la costa, oriente y Galápagos, acumulada y registrada hasta el 31 de diciembre de 2007. A partir de la vigencia de este Mandato, los beneficiarios de esta condonación deberán cancelar oportunamente su consumo mensual por concepto de energía eléctrica, caso contrario el valor condonado podrá ser exigible.

Como consecuencia del mandato indicado y a las regulaciones reformadas, por parte del gobierno de turno, obligaron a realizar grandes cambios en el entorno específico de la Institución, para poder mantenerse como una empresa sostenible dentro de un mercado regulado.

También las empresas de generación que estaban consideradas como privadas, pero con capitales del estado, pasaron a ser empresas públicas, eliminando así la posibilidad de la compra de la energía en



bloque y en el mercado spot por parte de las empresas distribuidoras, tal como se realizaba antes de promulgados los mandatos Constituyentes.

Todo lo indicado, son efectos que se consideran dentro de la Administración de Operaciones como factores del entorno general, los que deben ser resueltos en el interior de la Empresa, para garantizar su permanencia y operatividad en el entorno

## **2.10 EXPANSIÓN Y REPONTENCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**

En la tabla 2.1y en la figura 2.1 se puede constatar el crecimiento del sistema de distribución con una prospección logarítmica, información que podría indicar una tendencia a la saturación de la demanda, por estar todos sus consumidores con servicio eléctrico dentro del área de concesión asignada a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A., situación que no es del todo cierta, ya que, con los recursos disponibles destinados a la expansión del sistema, se ve limitada la dotación del servicio eléctrico a los usuarios que se encuentran dentro del área de concesión como lo exige el Reglamento Sustitutivo del Servicio de Electricidad vigente(11).

Además se debe considerar la pérdida de vida útil de los circuitos eléctricos existentes luego de su período de funcionamiento, (Planificados para funcionar en óptimas condiciones entre 10 a 15 años), los que se deben ser repotenciados o ampliados por parte de la empresa distribuidora luego de haber cumplido con las condiciones de servicio, considerando que la ley de defensa al consumidor, y reglamentos correspondientes regulan que el suministro del servicio eléctrico debe ser entregado dentro de los parámetros de calidad exigidos por la regulación, caso contrario, deben cancelarse multas al ente regulador y resarcir los daños a terceros por los daños ocasionados.

La Distribuidora en su etapa de planificación a mediano y corto plazo, debe considerarlos rediseños de los sistemas de distribución que están próximos a perder su vida útil, con los nuevos requerimientos de carga de clientes existentes, como las consiguientes previsiones para la expansión de las necesidades de los usuarios potenciales que se incorporarían durante el nuevo período de programación, así como, lograr la consecución de los recursos para suministrar a sus consumidores el servicio de electricidad.

**Tabla 2.1** Crecimiento del sistema eléctrico de la empresa eléctrica desde el año 2001 hasta el 2010 con una proyección logarítmica

**EXPANSIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO (TOTAL DEL SISTEMA)**

AÑO	Capacidad Instalada en S/Es de Distribución MVA	Longitud de Líneas de Subtrans. km	Potencia Transformad. Distribución MVA	Número Transformad. Distribución U	Longitud Líneas Distribución M/T km	Longitud Líneas Distribución B/T km	Potencia Alumbrado Público kW	Número Luminarias A/P Instaladas U
2001	195,00	256,00	319,85	9.372	4.555	7.693	6.923	38.874
2002	195,00	322,94	338,94	10.179	4.973	8.260	7.243	41.575
2003	195,63	322,94	345,49	10.733	5.465	8.856	8.137	46.334
2004	195,63	340,06	323,66	10.503	5.629	9.614	8.602	50.236
2005	215,13	273,81	360,43	11.275	5.942	10.768	8.949	53.145
2006	241,00	273,81	368,54	12.248	6.200	12.060	9.004	54.751
2007	256,00	273,81	385,06	13.092	6.514	13.507	9.646	59.489
2008	256,00	273,81	403,69	13.895	6.813	14.119	10.902	67.444
2009	256,00	273,81	422,12	14.614	7.067	14.485	12.035	73.552
2010	256,00	289,72	444,82	15.424	7.392	14.920	12.951	78.537



**Figura 2.1** Crecimiento de los sistemas de distribución, correspondiente a líneas, redes y estaciones de transformación en 10 años



En marzo de 2008, también se promulgó con el Mandato Constituyente No. 8, la eliminación y prohibición de la tercerización, intermediación laboral, contratación laboral por horas y cualquier forma de precarización de las relaciones de trabajo, pero, permitiendo a las Empresas del Sector Estratégico Público como son las empresas de servicio de electricidad, que contraten civilmente los servicios técnicos especializados que se requieran.

Por política de la Administración, los sistemas de Personal, Financiero, Mantenimiento, Informática y Adquisiciones de materiales se los consideró necesario administrarlos en el interior de la Empresa

El Sistema para la Administración de Operaciones de la Empresa para la adquisición de materiales, está considerado como un estamento estratégico, por el alto presupuesto destinado para la compra y en el mercado tanto nacional como internacional, se pueden conseguir precios adecuados, aprovechando la economía de escala, pero, pueden estar sujetos a cambios, por disposiciones externas a la Institución, tales como cambios en las leyes o disposiciones emitidas por parte de las entidades que financian las obras a través de préstamos entre países.

El Sistema de Operaciones para la ejecución de proyectos de distribución en el campo de la expansión y repotenciación de los sistemas eléctricos, son realizadas mediante contrato con personas naturales y jurídicas previamente calificadas por la Empresa y por el Instituto Nacional de Compras Públicas, como parte integrante de los servicios técnicos especializados para la ejecución de los proyectos, considerando que las leyes, su reglamento general y sus mandatos así lo permiten.

### **2.10.1 Sistema de precios unitarios actual**

A inicios de los ochenta, la expansión del sistema de distribución para el suministro del servicio de electricidad tuvo un auge inesperado en todo el territorio ecuatoriano, debido a la consecución de recursos por parte



del INECEL, (Ente regulador de ese entonces), provenientes de varios países desarrollados como Bélgica, Japón y otros, que pudieron conseguirse, gracias a la gran capacidad de endeudamiento del Ecuador en ese entonces, debido a la explotación del petróleo.

Los recursos se destinaron fundamentalmente a la electrificación rural, pero, la CENTROSUR no estaba en capacidad de atender la demanda de la expansión con personal de planta, siendo necesaria la contratación de servicios para la ejecución de proyectos de distribución en las provincias del Cañar y Azuay con personas naturales y jurídicas calificadas para este fin.

Por no contar con un estudio de precios unitarios acorde a las necesidades y a la época, a mediados del año 1984, por parte de varios funcionarios de ese entonces, realizaron un análisis en escritorio un análisis de tiempos para el montaje de estructuras y tendido de conductores, sobre la base de la experiencia de estos y mediante algunas consultas realizadas al interior de la CENTROSUR a personal de experiencia en la construcción.

A partir de esa fecha y hasta ahora, los estudios de tiempo no han sido reformulados, a pesar de contar en la actualidad con tecnologías modernas para ese fin, equipos y elementos para la construcción eléctrica más livianos y sobre todo, las políticas constructivas tuvieron que ir cambiando o evolucionando, toda vez que, la calidad del servicio eléctrico se encuentra regulada y controlada, exigiéndose a las concesionarias de energía eléctrica la reposición del servicio eléctrico en tiempos preestablecidos luego de la ocurrencia de una falla, esto, entre otras obligaciones con los clientes y con el ente regulador. También se cuenta en la actualidad con mayores facilidades de acceso a las zonas que se requiere brindar o repotenciar los sistemas para brindar el servicio eléctrico.

Al sistema antes descrito, se han tenido que insertar algunos ítems, debido al incremento de nuevas necesidades constructivas, pero, el





mecanismo de cálculo se lo ejecutó utilizando el mismo método descrito anteriormente, correspondiente a análisis de tiempos acordados por algunos funcionarios con experiencia.

En el año 2001 se forma una comisión integrada por funcionarios de la Empresa Eléctrica y por parte del CIEELA, (Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Azuay, entidad que representaba a los profesionales ingenieros del Austro), Las personas comisionadas realizaron el análisis de sueldos y remuneraciones, costos de herramientas y equipos, como también se consideraron los costos indirectos resultantes de dichas actividades, pero la mecánica para el estudio de tiempos no sufrió alteraciones o reformas.

En el año 2002 se deja constancia por parte del CIEELA y de la CENTROSUR, que el trabajo debe complementarse con el análisis de tiempos, factores de dificultad y rendimientos por unidad de construcción, pero sin resultados favorables hasta la fecha por parte de los responsables.

Debe indicarse que la Administración de operaciones considera que la estimación no es una técnica de medición propiamente dicha **(12) (13)**, puesto que consiste en que, gracias a los conocimientos y experiencia de un analista experto, éste es capaz de hacer una estimación del tiempo necesario para efectuar una determinada tarea, incluso sin conocerla con todo detalle.

Suele emplearse para estimar los tiempos en trabajos no repetitivos, pero se cometen errores que sobrepasan en muchas ocasiones hasta el 20% de diferencia, elevando o disminuyendo los costos de los trabajos considerablemente.

Para conseguir el objetivo de la Empresa Eléctrica, debió utilizarse el método denominado estudio de tiempos, que se aplica a ciclos de trabajo de corta duración, mediante operaciones repetitivas que se



realizan en el montaje de estructuras y que, por tanto pueden ser observadas y medidas(4) (14) (3)

### **2.10.2 Escalas Salariales**

La construcción de proyectos de distribución en la actualidad, se ejecuta, como se indicó, mediante la contratación de servicios con personas naturales o jurídicas calificadas para la ejecución de proyectos de distribución. El número de integrantes de cada grupo de trabajo que debe proporcionar cada profesional calificado, depende del grado de dificultad, dispersión y tarea que debe realizar para construir un sistema de distribución completo o una parte de este, como por ejemplo, transporte e izado de postes, extensiones de baja tensión, instalación de luminarias o instalación de medidores.

Los cálculos de las remuneraciones de los integrantes se valoran sobre la base del salario mínimo vital general que proporciona el Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, mediante las tablas de las Comisiones Sectoriales que se proporciona a las empresas del sector público, para su aplicación ver anexo 1.

Los precios por mano de obra se reajustan sistemáticamente en función de los IPC (Índices de precios al consumidor) y los IPCO (Índices de precios de construcción) que proporcionan el INEN (Instituto Nacional de estadísticas y Censos) y la Cámara de la Construcción, cuando se decretan variaciones o incrementos salariales, incremento de los costos de combustibles, entre otros.

En el Anexo 2 se presenta la mecánica de cálculo que se aplica para calcular los precios unitarios, que están en función del tiempo utilizado para el ensamblaje de estructuras, remuneraciones del personal, equipos, costos directos e indirectos.

### **2.10.3 Cálculo sistemático de precios**

La Empresa cuenta con un Software denominado SGP (Sistema de gestión de proyectos) creado para registrar todos los diseños, proyectos

en construcción y obras puestas en operación dentro del sistema eléctrico de propiedad de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur. Ver figuras 2.2 y 2.3.



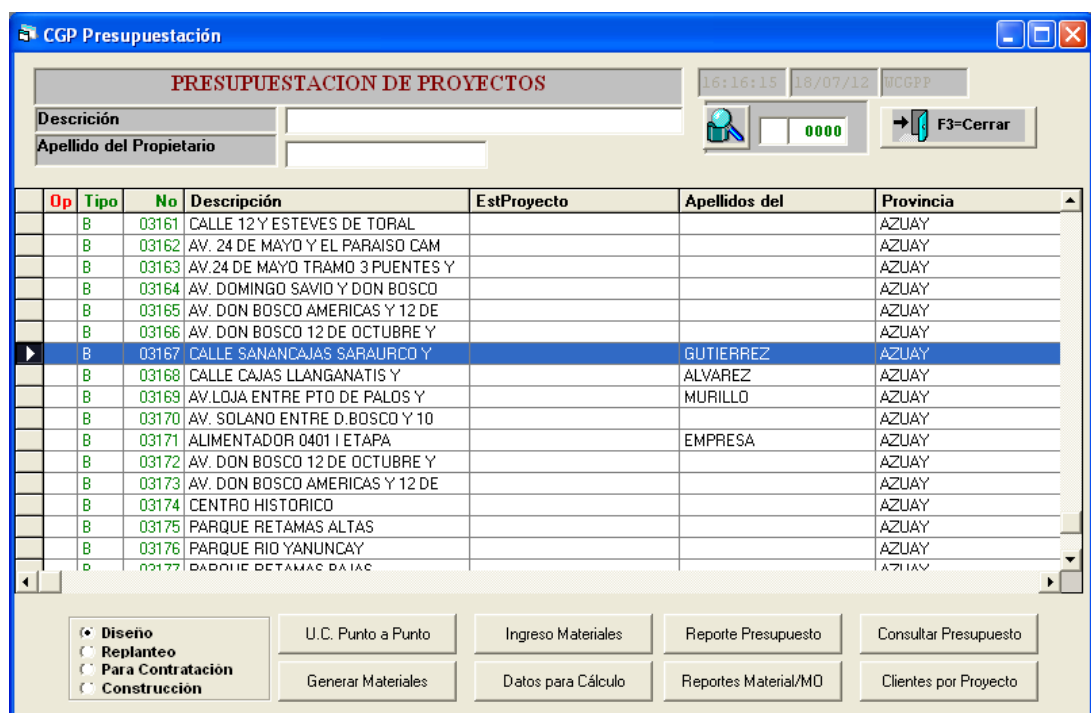
Figura 2.2 Pantalla de inicio del Sistema de Gestión de Proyectos de Propiedad de la Empresa Eléctrica

Además de lo descrito anteriormente, el software calcula los precios unitarios de las diferentes obras y actualiza los presupuestos a la fecha requerida y dentro de las etapas de:

- DISEÑO
- REPLANTEO
- PARA LA CONSTRUCCIÓN
- LIQUIDACIÓN LUEGO DE LA CONSTRUCCIÓN

Los precios unitarios de las estructuras, cuyos nombres nomenclatura que no ha variado desde la época del INECCEL y el UNEPER

(Departamento del INECEL planificador y ejecutor de los proyectos para la electrificación rural), que son utilizados para el montaje de sistemas de distribución, están calculados en función de los tiempos de armado de las estructuras, traslado del material desde la bodega ubicada en cada proyecto al lugar de trabajo y el desplazamiento entre estructuras y los relaciona con las remuneraciones de cada uno de los integrantes del grupo de trabajo.



**CGP Presupuestación**

**PRESUPUESTACION DE PROYECTOS**

16:16:15 18/07/12 UCGPP

Descripción:

Apellido del Propietario:

0000 F3=Cerrar

Op	Tipo	No	Descripción	EstProyecto	Apellidos del	Provincia
	B	03161	CALLE 12 Y ESTEVES DE TORAL			AZUAY
	B	03162	AV. 24 DE MAYO Y EL PARAISO CAM			AZUAY
	B	03163	AV. 24 DE MAYO TRAMO 3 PUENTES Y			AZUAY
	B	03164	AV. DOMINGO SAVID Y DON BOSCO			AZUAY
	B	03165	AV. DON BOSCO AMERICAS Y 12 DE			AZUAY
	B	03166	AV. DON BOSCO 12 DE OCTUBRE Y			AZUAY
	B	03167	CALLE SANANCAJAS SARAURCO Y		GUTIERREZ	AZUAY
	B	03168	CALLE CAJAS LLANGANATIS Y		ALVAREZ	AZUAY
	B	03169	AV. LOJA ENTRE PTO DE PALOS Y		MURILLO	AZUAY
	B	03170	AV. SOLANO ENTRE D. BOSCO Y 10			AZUAY
	B	03171	ALIMENTADOR 0401 I ETAPA		EMPRESA	AZUAY
	B	03172	AV. DON BOSCO 12 DE OCTUBRE Y			AZUAY
	B	03173	AV. DON BOSCO AMERICAS Y 12 DE			AZUAY
	B	03174	CENTRO HISTORICO			AZUAY
	B	03175	PARQUE RETAMAS ALTAS			AZUAY
	B	03176	PARQUE RIO YANUNCAY			AZUAY
	B	03177	PARQUE RETAMAS BAJAS			AZUAY

Diseño  
 Replanteo  
 Para Contratación  
 Construcción

U.C. Punto a Punto    Ingreso Materiales    Reporte Presupuesto    Consultar Presupuesto  
 Generar Materiales    Datos para Cálculo    Reportes Material/MD    Clientes por Proyecto

Figura 2.3 Listado de los proyectos de distribución disponible y registrada en sus diferentes etapas de programación y ubicación.

El software, fue desarrollado dentro de la Empresa en GENEXUS (herramienta de desarrollo de software ágil, multiplataforma, basada en conocimiento, orientada principalmente a aplicaciones web empresariales, plataformas Windows y dispositivos móviles o inteligentes) y la base de datos en ORACLE (sistema de gestión de base de datos objeto-relacional), con protocolo abierto, por lo que se pueden

realizar las mejoras que se requieran y cuando se crean convenientes por parte de los involucrados.

Para el proceso, ingreso y modificación de datos, en el módulo de precios unitarios del “SGP”, considera el apartado para las unidades de construcción, en el que constan todas la estructuras tipo y sus posibles combinaciones, que son requeridas para diferentes topologías de la red y requerimientos de distancia mínimas, para brindar seguridad a las personas y equipos de propiedad de la Empresa Eléctrica. Ver figuras 2.4 y 2.5.



**Figura 2.4 Presentación del módulo relacionado con los precios unitarios, en los que se puede cambiar las unidades constructivas, los grupos de trabajo y calcular los precios unitarios**

En esta base de datos se tiene todas las estructuras normalizadas por parte del INCEL y UNEPER y fueron aceptadas por parte de la CENTROSUR, sobre la base de tener, como era de suponerse, un solo lenguaje para la construcción de redes eléctricas en sistemas de Distribución en todo el Ecuador, pero en la realidad no sucedió así.

Se cuenta con un registro extenso relacionado con el montaje y desmontaje de estructuras y los componentes para la instalación de un sistema de distribución para sistemas de media y baja tensión, como también se cuenta con información para el tendido de conductor considerando los diferentes calibres utilizados en el sistema de distribución.



Op	UP	Especif	Alternativa	Descripción	Grupo de trabajo	Parte que interviene
	E77	0200	1	ESTRUCTURA TIPO UP	01	0.3300
	E77	0200	2	ESTRUCTURA TIPO UP	01	0.3300
	E77	0200	5	ESTRUCTURA TIPO UP	01	0.3125
	E77	0200	6	ESTRUCTURA TIPO UP	80	0.3300
	E77	0200	7	ESTRUCTURA TIPO UP	80	0.3300
	E77	0200	9	ESTRUCTURA TIPO UP	01	0.3125
	E77	0201	1	ESTRUCTURA TIPO UP2	01	0.3300
	E77	0201	2	ESTRUCTURA TIPO UP2	01	0.3300
	E77	0201	5	ESTRUCTURA TIPO UP2	01	0.3125
	E77	0201	6	ESTRUCTURA TIPO UP2	80	0.3300
	E77	0201	7	ESTRUCTURA TIPO UP2	80	0.3300
	E77	0202	1	ESTRUCTURA TIPO UA	01	0.3300
	E77	0202	2	ESTRUCTURA TIPO UA	01	0.3300
	E77	0202	3	ESTRUCTURA TIPO UA ESTRUCTURA TIPO UA	01	0.3300
	E77	0202	5	ESTRUCTURA TIPO UA	01	0.3125
	E77	0202	6	ESTRUCTURA TIPO UA	80	0.3300
	E77	0202	7	ESTRUCTURA TIPO UA	80	0.3300

**Figura 2.5** Listado de las estructuras tipo, que incluye las de construcción simple y combinadas, presenta alternativas constructivas e indica el grupo de trabajo que puede realizar el montaje.

Por último se selecciona la estructura que se crea o modifica, pero únicamente toma en cuenta los siguientes parámetros de registro, considerados suficientes en la época de la implementación (Ver figura 2.6):

- Movilización ( Traslado de estructuras)
- Preparación de material
- Armado de estructura.


Para el análisis se ha considerado únicamente una hora destinada a la preparación de material y posibles imponderables en la ejecución de la

obra, sin tener un sustento o registro de las demoras en el proceso de construcción de sistemas de distribución, tales como:

Concesiones por fatiga del personal y ubicación de trabajo.

Pérdida de tiempo por no contar con equipos adecuados para el trabajo

No cumplir por parte del contratista, con la cantidad de recursos en el montaje de estructuras, sobre esforzando las actividades de su personal, situación que vendría a menos la salud de los trabajadores



Tarea	Descripción	Minutos	Estado
01	MOVILIZACION	16	A
03	PREPARACIÓN DE MATERIAL	7	A
04	ARMADO DE ESTRUCTURA	11	A
*			

Tiempo total de ejecución (Min.) 34

Figura 2.6 Registro de micro movimientos en el SGP, sistema actual para las estructuras en sistemas de distribución

#### 2.10.4 Montos del presupuesto destinados a la contratación de proyectos

En la tabla 2.2 se presenta los montos destinados para la construcción de sistemas de distribución desde el 2009 hasta el 2012, que fluctúan por el orden de los cincuenta millones de dólares de Norteamérica por año, y se puede constatar que el 62.5 % de ese presupuesto se destina a la ejecución de proyectos de distribución y de esos 18.7 % del presupuesto global corresponde a la contratación de la mano de obra calificada y



mano de obra no calificada; monto que representa una muy buena fuente de dinero que la Empresa debe erogar para la contratación de servicios, representando una excelente alternativa de trabajo para muchos profesionales en libre ejercicio del Azuay, Cañar y Morona Santiago principalmente.

**Tabla 2.2 Presupuesto de inversiones de la Empresa Eléctrica Regional Centro sur de los años 2009 al 2012**

VARIACIÓN PRESUPUESTARIA DE LA CENTROSUR				
DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO 2009	PRESUPUESTO 2010	PRESUPUESTO 2011	PRESUPUESTO 2012
Total de inversión para obras eléctricas, terrenos, comunicaciones e investigación y desarrollo	43.931.810,39	57.283.990,32	44.289.185,27	59.654.978,85
Presupuesto para ejecución de proyectos de distribución.	26.053.859,51	36.510.179,30	30.086.523,27	35.186.588,45
Mano de Obra anual en proyectos de distribución	7.816.157,85	10.953.053,79	9.025.956,98	10.555.976,54

## 2.11 CONTROL Y CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

En la CENTROSUR se tiene implementado el control para el cumplimiento de objetivos mediante el proceso denominado BALANCE SCORECARD o CUADRO DE MANDO INTEGRAL, como un método para medir las actividades de la compañía en términos de su visión y estrategia. La misma que proporciona de una manera ágil a los gerentes y administradores una mirada global del desempeño del negocio.

La herramienta muestra continuamente cuándo la Empresa y sus empleados alcanzan los resultados definidos por el plan estratégico. También es una herramienta que ayuda a la compañía a expresar los objetivos e iniciativas necesarias para cumplir con la estrategia.





La Empresa Eléctrica utiliza el sistema con siete disciplinas, que tienen relación con un porcentaje de la remuneración variable que perciben los trabajadores, las cuales corresponden a

- Objetivo Institucional,
- Cliente Interno,
- Cliente Externo,
- Índices de productividad,
- Gastos,
- Tiempo Eficaz y
- Liderazgo.

Los capítulos correspondientes al control de gastos y tiempo eficaz no han sido estudiados y analizados profundamente, por lo que no se exige su cumplimiento y posiblemente sea la razón por lo que no se ha considerado una mejora continua dentro de estos campos también. Ver figura 2.7.

## **2.12 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO**

La Empresa ha cumplido con muchos de los aspectos para llegar a ser una empresa modelo, motivo por el cual se la considera en el ámbito Nacional y Latinoamérica, como una de las Instituciones del estado más eficientes, pero, como se puede notar, no se han podido realizar todos los objetivos planteados, existiendo todavía campos y ámbitos en donde se puede mejorar considerablemente.

El Sistema de Operaciones aplicado a la repotenciación y ampliación de los sistemas de distribución, puede brindar las pautas y mecanismos para confirmar científicamente, mediante el análisis previsto en la Administración de Operaciones: mejores técnicas de construcción, evitar el desperdicio de materiales y tiempos a través de la mejora continua, en los procesos, constructivos, pagando precios justos, cumpliendo con a las leyes y reglamentos vigentes.



**Figura 2.7** Pantalla de CUADRO DE MANDO INTEGRAL, donde se confirma que no se puede acceder al control de gastos y tiempo Eficaz

Este mecanismo también puede aplicarse a los procesos de mantenimiento preventivo, considerando únicamente el grado de dispersión, como también se podría utilizar en otras áreas de la CENTROSUR en las que se contratan otros servicios relacionados como: instalaciones subterráneas, líneas de Subtransmisión, servicios de limpieza y otros, y así cumplir con las disciplinas faltantes en el CUADRO DE MANDO INTEGRAL.



## Capítulo III

# DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

---

### 4.8 CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO

Dentro los objetivos estratégicos de la CENTROSUR están las de implementar un modelo empresarial sostenible y socialmente responsable, propender a los procesos de mejora continua para garantizar la calidad y cobertura de la prestación de servicios, así como potenciar el talento humano y la gestión tecnológica.

Como se indicó en los capítulos anteriores, la Empresa no está en capacidad de cumplir con todos los objetivos estratégicos, toda vez que, no puede ampliar sus sistemas de distribución o repotenciarlos a la medida de sus necesidades, considerando que los ingresos por venta de energía no cubren los requerimientos para la expansión, como tampoco los aportes entregados por parte de los accionistas, no satisfacen los requerimientos de la Institución.

Por lo indicado, la única alternativa para que la Empresa pueda conseguir el mayor rendimiento de los recursos económicos disponibles, consiste en mejorar continuamente sus procesos, mediante los estudios e implementación de las mejores técnicas. En esta investigación se analiza la mejora del Sistema de Precios Unitarios para el ensamblaje de redes de distribución, considerando que el método utilizado no está actualizado y no cumple con las normas establecidas en la Administración de Operaciones.

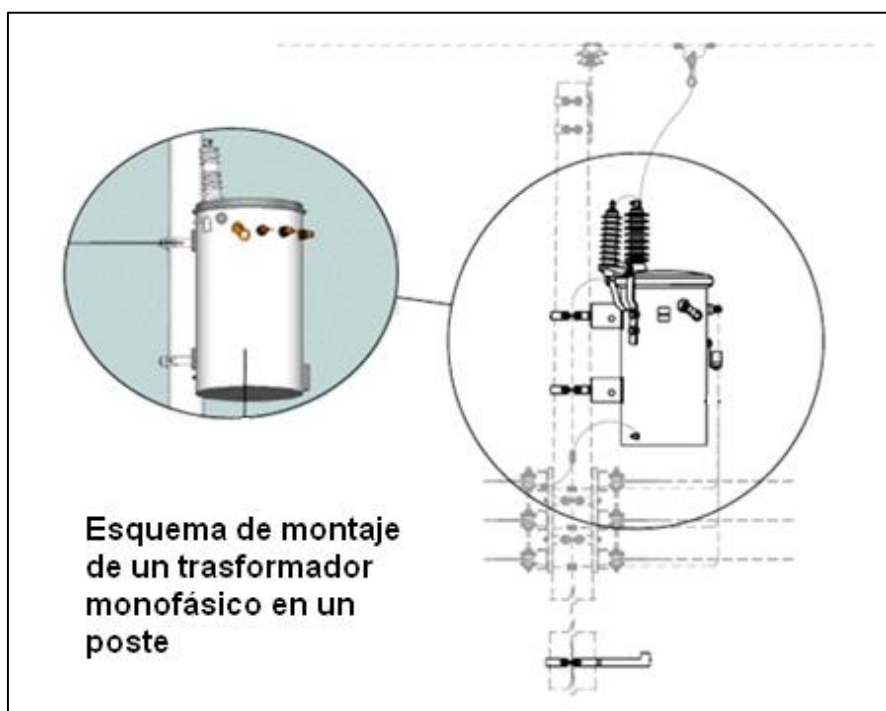
En la construcción de sistemas de distribución al mejor costo, la Administración de Operaciones de la Empresa debe dar especial



importancia a la eficiencia y eficacia a los trabajos que realiza tanto su personal como los que realizan las empresas suministradoras de servicios especializados que se les contrata para la construcción en lo referente a buscar los mejores métodos de trabajo y a la optimización de tiempos para cumplir con los objetivos institucionales, pero, siempre dando importancia a la salud ocupacional y la seguridad de los trabajadores y las empresas que suministran los servicios para la ejecución de proyectos de distribución.

En la actualidad se cuenta con la homologación de estructuras para el ensamblaje en redes de media y baja tensión que el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables ha normalizado a nivel del Ecuador, considerando que muchas empresas distribuidoras, al no contar con un organismo regulador para el efecto, habían presentado sus propia simbología, nombre de las estructuras y lo que ha causado el mayor número de problemas, es el uso de diferentes materiales para una misma composición para el ensamblaje de estructuras de distribución, haciendo imposible la intercambiabilidad de piezas y partes, como también, los costos por estos conceptos eran superiores, debido al uso de planos exclusivos para la construcción de materiales de fabricación nacional destinada para cada institución.

En las figuras 3.1 y 3.2 se presentan dos modelos para el ensamblaje de estructuras, en la primera correspondiente a una estación de transformación monofásica y la segunda para una estructura en media tensión trifásica a 22 kV. En cada una se puede conocer tanto su geometría como la cantidad de materiales que la compone, facilitando el estudio de la Administración de Operaciones en este campo, pero, en la información presentada no se indica la cantidad de recursos que se debe utilizar para el ensamblaje de cada una de ellas, situación que debe considerarse en el presente estudio. (Referencia Página Web del Ministerio [www.unidadesdepropiedad.com/](http://www.unidadesdepropiedad.com/) unidades de propiedad del MEER).



**Figura 3.1 Diagrama y detalle para el montaje de una estación de transformación monofásica en un poste.**

En el anexo 3, se presenta un modelo de estructura homologada por el MEER, con el esquema aceptado en todas las empresas distribuidoras del país y su correspondiente listado de materiales, con lo que los profesionales y electricistas pueden presentar sus requerimientos y proceder con el ensamblaje de estructuras. Los esquemas disponibles se pueden encontrar en la página [www.unidadesdepropiedad.com/](http://www.unidadesdepropiedad.com/)

El presente estudio no tiene como alcance el análisis de los sueldos y remuneraciones de los trabajadores, pero se utilizará el mismo esquema que se viene aplicando en la CENTROSUR para el cálculo de algunos precios, únicamente para fines comparativos y de cálculo. Las Escalas Salariales que se aplicarán, relaciona los ingresos de los trabajadores sobre la base del salario mínimo vital que proporciona el Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador

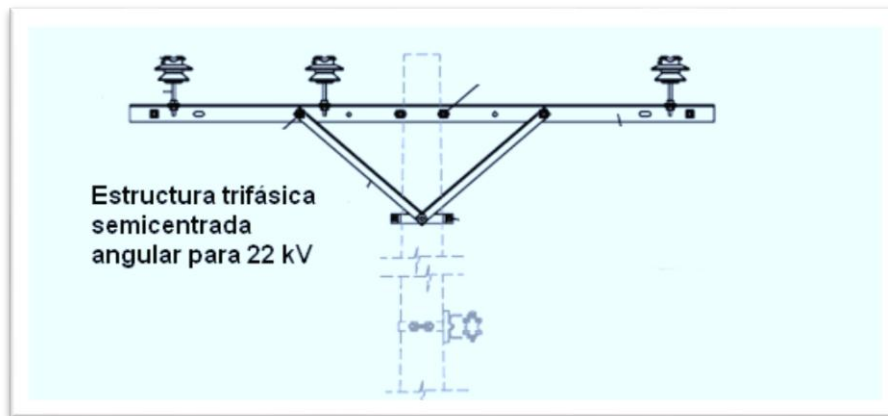


Figura 3.2 Esquema para el ensamblaje de una estructura aislada para 22 kV, homologada por el MEER

La compra de materiales y equipos que se adquieren para la Empresa Eléctrica, se rige a lo dispuesto por el Sistema Nacional de Compras Públicas, cuya forma de contratación se lo realiza mediante el sistema de subasta inversa, por estar considerados éstos, dentro del rubro de los materiales normalizados por parte del Ministerio de Electricidad y Energías Renovables.

En función a lo expuesto, el estudio se centra en la cantidad de recursos necesarios y el tiempo utilizado por ellos para el ensamblaje de estructuras, así como también los tiempos óptimos para la ejecución de los mismos. No se descarta que los proyectos puedan ejecutarse “llave en mano”, pero el estudio mantiene su validez, toda vez que, servirá para considerar el presupuesto referencial que debe entregar la contratante para los diferentes concursos

La Administración de Operaciones exige que, las personas que van a ser medidas y controladas deben estar informadas como paso previo a cualquier actividad**(4)(14) (15)**, por lo que, se debió concientizar a todas las personas que intervinieron que “la medición del trabajo consiste en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que interviene un trabajador calificado para llevar a cabo una tarea según la norma de rendimiento preestablecida” y no para otros fines.



Sobre la base del estudio actualizado y técnicamente comprobado su validez, se podrán conocer con mayor exactitud los precios que se deben cancelar por el ensamblaje de estructuras y el tendido de conductor de los proyectos de distribución, como también se podrá conocer con antelación los recursos de los proyectos que deberá conseguir la distribuidora para ampliar la cobertura de servicio o la posibilidad de repotenciar sistemas de distribución que están próximos a perder su vida útil.

No debe descartarse también la posibilidad de contratar los servicios de mantenimiento utilizando este estudio, pero se deberán considerar los aspectos relacionados a la dispersión y los elementos que podrían intervenir, como son el traslado entre lugares de trabajo, principalmente

Durante el proceso de estudio cada etapa se las irá comparando con el sistema de precios actual de la CENTROSUR para analizar las desviaciones o comprobar la validez del método de “las Estimaciones” versus la de “Medición de Tiempos” y “Mejora Continua”, propuesto en esta investigación

#### **4.9 PROBLEMAS A RESOLVER**

No se cuenta con modelos de formularios y experiencias de empresas suministradoras de servicio de electricidad que han seguido el proceso de la mejora continua propuesta, para la contratación de servicio técnicos especializados para la ejecución de proyectos de distribución, por lo que el modelo resultante, será el resultado de la planificación propuesta inicialmente por la Administración de Operaciones y los cambios que se tuvieron que realizar durante el proceso de estudio por parte de las personas que intervinieron.

En el manual de estructuras que ha impuesto el MEER para el uso de las empresas distribuidoras, presenta 80 componentes para sistemas de distribución aéreos y se ha podido comprobar que existen más de 240 combinaciones entre ellas, las cuales deben escogerse para brindar el



servicio eléctrico a los clientes, cumpliendo con los diferentes requerimientos solicitados, tales como: sistemas trifásicos, monofásicos, etc. El escogimiento se aplica también para salvar diferentes problemas topológicos originados por la planificación urbana o la topografía del sector en proceso de construcción

Si bien el MEER ha cubierto la mayoría de las estructuras, no ha considerado todavía las de uso poco frecuente, como la instalación de reconectores, reguladores de tensión y seccionalizadores entre otros equipos que se considerarán en el presente modelo

La programación propuesta al inicio, para la medición de trabajo, prevista para seis meses, sobrepasó con demasía el tiempo calculado, considerando que el personal de la Empresa no siempre estaba disponible, toda vez que, debían priorizar actividades de mantenimiento correctivo, preventivo y atención a clientes en el sistema de distribución asignado al personal, postergando las actividades de medición o montaje de estructuras o no siempre se había programado ensamblar la estructura asignada.

Otro aspecto a superar, correspondió al hecho de que los proyectos disponibles en el período de estudio, no consideraban toda la gama de alternativas para el montaje de estructuras, por lo que debió planificarse el ensamblaje de las que no estaban previstas en los proyectos disponibles con grupos propios de la Institución.

Para la planificación de las actividades se realizaron visitas a diferentes grupos de trabajo tanto del personal de la Empresa como de las empresas suministradoras de servicios para la ejecución de proyectos de distribución, constatando que muchas de las cuadrillas visitadas, utilizaban diferentes cantidades de recursos para una misma actividad.

Por la experiencia del Jefe de seguridad de la Empresa y de las personas que han recibido capacitación al respecto, han sabido informar que han violado las normas de trabajo en lo que al levantamiento de pesos se refiere y durante tiempos prolongados, poniendo en peligro la





salud de los trabajadores, que si bien se agiliza el trabajo, los recursos sobre exigidos, podrían traer problemas lumbares, disminuyendo la capacidad de trabajo de los colaboradores.

Para la medición del trabajo propuesto, se dispuso que el ensamblaje de estructuras se los realice únicamente con la cantidad de recursos exigido por la Organización Internacional de Trabajo, debido al peso máximo que deben sobrellevar los diferentes trabajadores. En la tabla 3.1, se presenta el número de recursos que conforma los grupos de trabajo normalizados y aceptados por la Empresa.

## CODIGO TAREAS ENCOMENDADAS

CUADRILLA1	Montaje de estructuras y equipos.
CUADRILLA2	Transporte y/o parada de postes con máquina.
CUADRILLA3	Parada de postes de Hormigón Armado con personal
CUADRILLA4	Excavaciones y recolección de piedras.
CUADRILLA5	Instalación de equipos de medición.

**Tabla 3.1 Número de recursos mínimo para la conformación de grupos o cuadrillas de trabajo recomendadas por la OIT y aceptados en la Empresa**

CATEGORÍA DEL TRABAJADOR	CUADRILLAS				
	1	2	3	4	5
INGENIERO ELECTRICO	0,4				
CAPATAZ LINIERO (0501000502)+60%	1,0		1,0		
LINIERO (0501000301)+60%	2,0	1,0			1,0
AYUDANTE (0501000201)+60%	3,0	2,0	15,0	2,0	1,0
OPERADOR EQ.PESADO (0503010101)+60%		1,0			

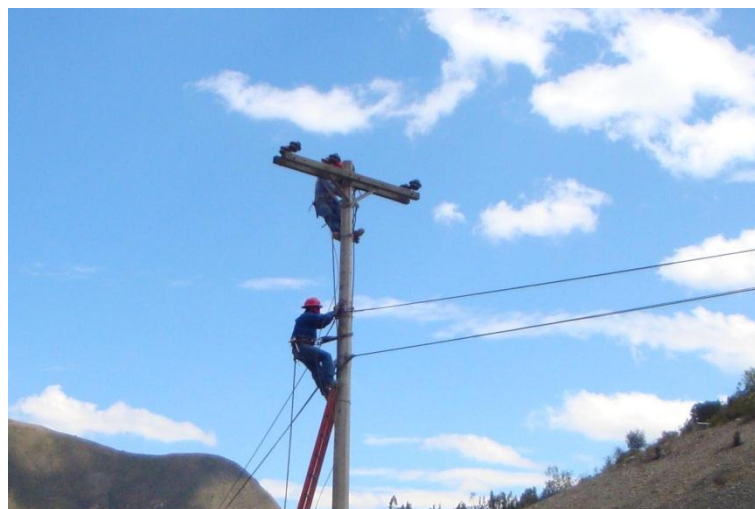
Para el grupo de trabajo denominado como Cuadrilla tipo 1 se ha considerado que se conforme con seis personas que ejecuten el ensamblaje de estructuras, formando, cuando sea necesario, sub-grupos

de dos y tres personas, dependiendo del grado de dificultad y el peso de los materiales que deben mantener por tiempos prolongados

En las figuras 3.3 y 3.4, se presentan algunos errores detectados y que debían ser superados, tanto para la medición de tiempo, como para futuros trabajos que se realizarían en la Empresa.



**Figura 3.3** Existió una violación al trabajo, el ensamblaje debió ser ejecutado por tres personas y se lo realizó únicamente con dos personas



**Figura 3.4** El ensamblaje de estructuras los estaba realizando únicamente una persona, al constatar la presencia de los encargados de la medición, otro trabajador procuró ayudarlo.

En consultas realizadas a los trabajadores de empresas suministradoras de servicios, han sabido informar que al realizar las actividades individualmente, los ingresos aumentan, considerando que no tienen que compartir con un ayudante la paga, situación que pondría en peligro la salud de los trabajadores.

#### 4.10 EXPLICACIÓN DEL MODELO(2)(14)(15)(8)(7)

El modelo propuesto, para el estudio de micromovimientos en el ensamblaje de estructuras para sistemas de media y baja tensión, debe seguir una secuencia, como se indica en la figura 3.5. A los resultados obtenidos tienen que sumarse tiempos suplementarios, variables y fijos, como se detallará más adelante, debido a las condiciones de trabajo.

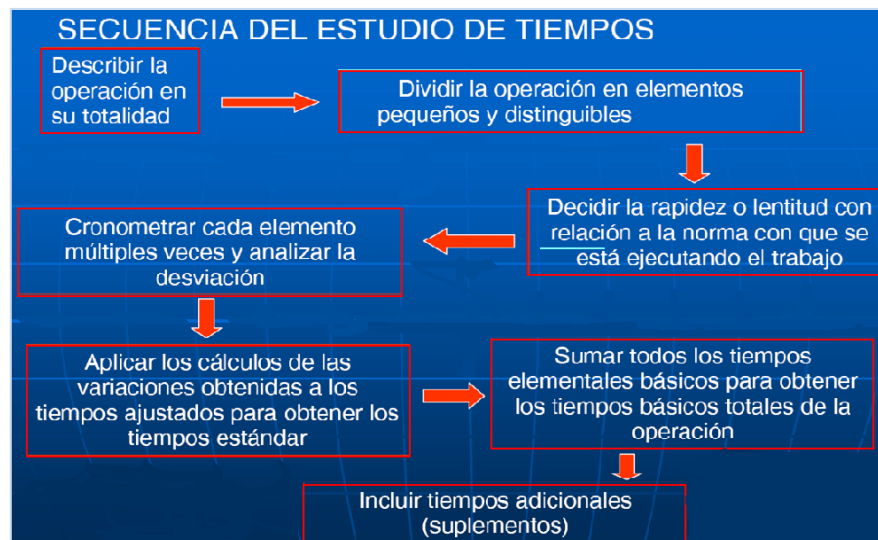


Figura 3.5 Secuencia que se debe seguir para el estudio de tiempos.

Al tiempo necesario para realizar las tareas mediante el método indicado en el cuadro anterior, deben sumarse períodos adicionales debido a ciertas necesidades personales de los trabajadores, con lo que se establecen parámetros justos y equitativos para medir el rendimiento a un operario medio.



### Pasos a seguir:

- Medición de tiempos utilizados para el montaje o desmontaje de estructuras realizados a diferentes grupos de la Empresa, como a contratistas que suministran los servicios para la Institución, tratando de conseguir el mayor número de muestras y procurando ampliar el universo a grupos de trabajo con diferentes experticias y experiencia, con el propósito de conseguir el mayor grado de certeza en la medición de tiempos para el ensamblaje de estructuras
- Asignación de tiempos suplementarios recomendados por parte de la Organización Internacional del Trabajo, debido a las condiciones propias de la labor, lugar en donde se realizan las actividades, posición y el peso máximo que deben levantar para el ensamblaje de estructuras.
- Traslado del personal entre estructuras o movimiento entre diferentes lugares de trabajo para realizar el proyecto.
- Tiempos de demoras utilizados para el transporte de materiales desde las bodegas hasta los lugares de trabajo.
- Desperdicio de tiempo por impericia de los electricistas o por no contar con los materiales adecuados para la construcción de las redes.

Para cumplir con el objetivo se diseñaron los formularios, realizando en éstos las mejoras o modificaciones que fueron necesarios durante el proceso de medición, adicionalmente se utiliza el diagrama de Gantt, para visualizar la carga de trabajo de los recursos en el montaje de estructuras, tanto a los electricistas que están en los postes, como los ayudantes que colaboran pasando materiales.



La medición del trabajo se realiza únicamente a las personas que tienen las aptitudes físicas necesarias, que poseen la inteligencia requerida e instrucción adecuada y que ha adquirido la destreza y conocimientos necesarios para efectuar el trabajo, siguiendo las normas de seguridad, cantidad y calidad, según lo exige la OIT

#### 4.11 PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DEL TRABAJO

Como se indicó, para el desarrollo del estudio, se han considerado ochenta estructuras simples y muchas más resultantes de las combinaciones de éstas, por lo que se programó la toma de tiempo únicamente a las estructuras simples, para lo cual se asignó a cinco equipos de trabajo, con el fin de disminuir el tiempo de análisis (Ver tabla 3.2).

Los micromovimientos a ser medidos se programaron con tal detalle, para que puedan ser utilizados en el estudio de tiempos para el ensamblaje de las estructuras compuestas, considerando que se usan las mismas tareas. Los tiempos de las estructuras compuestas saldrán después de realizar una suma de micromovimientos estándares, para luego, mediante un muestreo en los lugares de las obras, comprobar la bondad del método. El mecanismo propuesto serviría siempre y cuando se encuentre dentro de un error aceptable, correspondiente a una variación que fluctúe por el orden del 10 %.

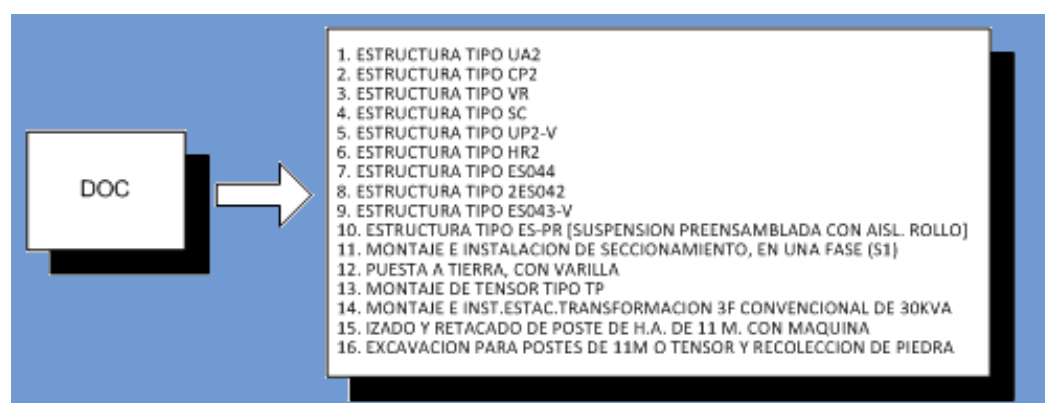
**Tabla 3.2 Equipos de trabajo asignados en la Empresa Eléctrica para la medición de tiempos.**

RAUL RIVERA	ENRIQUE MOLINA	FREDDY SARMIENTO	FERNANDO DURÁN	CARLOS FERNANDEZ DE CÓRDOVA
Z1	Z2	Z3	SUPERVISIÓN	DOC
Vicente Chalco	Hugo Chicaiza	Carlos Reascos	Pablo Paguay	Juan Mora
Luis Gallegos M. Cañar	Freddy Lara	Girón	Fernando Castillo	Roberto Flores
Carlos Calle	Sigisg	Santa Isabel	Gualaceo	Paute
Jaime Saldaña	Efrén Rodas	Eduardo Sampedro	Pablo Robles	Luis Gallegos
Walter Guamán	Diego Quizhpi	Nelson Rodas	Hugo Arévalo	Geovanny Mosquera
	Daniel Lozado	Gerardo Vasquez	Milton Castillo	Manuel Abril
Severo Vásquez				

A cada equipo de trabajo se les asignó un cierto número de estructuras, en función de la especialidad de cada líder, funcionario que debía

analizar los proyectos que estaban en construcción, para realizar el muestreo de las estructuras asignadas o programar las actividades con grupos de la misma Empresa, preparando el ensamblaje de aquellas que no estaban previstas en los proyectos que debían construirse durante el año 2011 y parte del 2012.

En la figura 3.6 se presenta la asignación de las estructuras al grupo DOC, cuya responsabilidad y liderazgo estuvo a cargo del ingeniero Carlos Fernández de Córdova.



**Figura 3.6 Cantidad y tipo de estructuras asignadas al grupo DOC, para la programación y medición de tiempos.**

En la figura 3.7 se presenta el grupo que será medido para realizar la tarea No 15, asignada al grupo denominado DOC, correspondiente al izado y retacado de poste de hormigón armado de 12m. con máquina.



**Figura 3.7 Cuadrilla No 2, designada para el transporte e izado de postes con máquina**



En todos los casos, se ha procedido con la medición de tiempos para el ensamblaje de estructuras, con los recursos necesarios indicados en el grupo de trabajo indicados en la tabla 3.2 (Equipos de trabajo asignados en la Empresa Eléctrica para la medición de tiempos)

#### **4.11.1 NÚMERO DE OBSERVACIONES (7) (16)**

Considerando que se requiere un nivel de confianza por el orden del 95 % y un error menor al 10 %, con el fin de tener una precisión aceptable, se consideró necesario realizar 9 (Nueve) muestras a cada estructura asignada, por lo que cada equipo de trabajo debía realizar 144 mediciones de tiempo para el montaje de estructuras instaladas y la medición para el desmontaje en varios lugares dentro del área de concesión de la CENTROSUR, en un tiempo aproximado de 6 meses, pero por los motivos antes mencionados, el trabajo preliminar se obtuvo luego de transcurridos 15 meses, con un resultado en total 570 registros durante el tiempo observado.

Se aprovechó durante la medición, pero solo cuando fue posible, la mediciones de tiempo en el desmontaje de estructuras, considerando que en la ejecución de proyectos de distribución, un gran porcentaje de la mano de obra corresponde al desmontaje de sistemas obsoletos o que requieren su reubicación, pero no se contó con una cantidad de muestras como las consideradas para el montaje.

#### **4.11.2 DETERMINACIÓN DE LOS DETALLES DEL PROCEDIMIENTO (PROGRAMACIÓN, MÉTODO Y RUTAS) (17)**

Luego de la comprobación del método realizado mediante de un plan piloto, se capacitó al personal y a los equipos de encuestadores que realizarían las mediciones, como también se participó el plan de trabajo a los electricistas, profesionales y empresas que serían medidos, cumpliendo de esta forma con lo recomendado en el Proceso de la Administración de Operaciones, (Ver Figura 3.8)

Debido a nuestro entorno social y al ser la empresa de distribución una entidad del sector público, ha quedado latente algunas incertidumbres en

las personas que fueron consideradas en el muestreo, asumiendo que podrían tomarse los datos para despidos de los puestos de trabajo o cancelación de impuestos.



**Figura 3.8 Desarrollo del plan de capacitación de los grupos de trabajo que realizaron las mediciones de tiempos.**

#### **4.11.3 RECOPIACIÓN DE DATOS (14)**

La recopilación de datos se dio cumplimiento, solamente cuando todas las muestras fueron entregadas por parte de cada uno de los líderes del proceso, con las demoras y absolución de consultas que se requerían los integrantes, tanto en las oficinas como en el sitio de trabajo.

En la tabla 3.3 se presenta el formulario resultante, con las nueve muestras de la estructura homologada por el MEER denominada ESD-2EP (Registrada en la CENTROSUR como ES-42), con un tiempo promedio para el montaje de 17,42 minutos y para retirar la estructura correspondiente a 8,47 minutos, representando un 19,04 % menor al que venía considerando la Empresa con el sistema de precios unitario anterior al presente estudio



**Tabla 3.3 Formulario utilizado para la toma de tiempo, que usaron los grupos destinados a la medición de trabajo.**

N°	ACTIVIDAD	Cantidad [U]	Tiempo Unitario [min]	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6		MUESTRA 7		MUESTRA 8		MUESTRA 9		Predecesor	Recurso	Observaciones	Tiempo Promedio [min]
				Tiempo Total [min]	Fin	Tiempo Total [min]	Fin	Tiempo Total [min]	Fin	Tiempo Total [min]	Fin	Tiempo Total [min]	Fin	Tiempo Total [min]	Fin	Tiempo Total [min]	Fin	Tiempo Total [min]	Fin	Tiempo Total [min]	Fin				
				Actividad	Tiempo [min]	Actividad	Tiempo [min]	Actividad	Tiempo [min]	Actividad	Tiempo [min]	Actividad	Tiempo [min]	Actividad	Tiempo [min]	Actividad	Tiempo [min]	Actividad	Tiempo [min]	Actividad	Tiempo [min]				
1	Equipamiento y subida a poste			02:47		02:05		03:00		01:44		02:11		01:38		01:18		01:25		01:50			A		02:00
2	Armado de elementos de sujeción de estructura			02:00		02:28		02:37		03:58		04:11		03:55		02:20		02:20		02:37			B		02:57
3	Subida y montaje de elementos de sujeción			05:25		05:39		06:22		05:03		05:43		05:47		01:17		01:40		01:18			A		04:36
4	Armado de elementos de aislamiento			02:01		03:53		03:58		01:13		01:08		01:22		02:56		03:00		03:10			B		02:31
5	Subida y montaje de elementos de aislamiento			03:51		04:00		04:16		03:23		03:23		03:23		02:50		02:30		02:55			A		03:23
6	Bajada y desequipada			03:02		03:44		03:58		01:12		01:01		01:02		01:13		01:42		01:57			A		02:06
7				0:19:06	0:18:00	0:22:49	0:19:00	0:24:11	0:20:00	0:17:33	0:16:00	0:17:37	0:09:39	0:19:07	0:09:11	0:11:54	0:10:56	0:12:45	0:11:10	0:13:47	0:12:30				17:32
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17	DESMONTAJE DE LA ESTRUCTURA			10:23		12:16		11:51		0:6:29		07:22		06:00		07:50		07:00		07:35					08:47
18																									
19																									
20																									
21				0:10:23		0:12:16		0:11:51		0:06:29		0:07:22		0:06:00		0:07:50		0:07:00		0:07:35					08:47
22																									
Observaciones:																									

Adicionalmente a lo descrito se cuenta con la información necesaria para conocer la carga de trabajo de los recursos que intervienen en la actividad correspondiente, con lo que puede justificarse la diferente remuneración de cada uno de los integrantes del grupo, tanto por la carga de trabajo, responsabilidad de las tareas y condiciones de trabajo, para lo cual se utilizó el diagrama de Gantt, en donde se puede visualizar la carga de trabajo de los diferentes integrantes (Ver figura 3.9)

En la figura se puede ver claramente dos registros de tiempos, el primero considera un valor redondeado al minuto inmediato superior y el segundo, registro de tiempo real, resultante de la medición de trabajo, con lo que se pretende aumentar los tiempos de medida, considerando que el personal que es controlado o medido, siempre pretende agilizar las tareas por temores propios al control. Esta resolución se tomó con

los responsables técnicos de la Empresa, con el propósito de ser lo más equitativos con las empresas y personas que brindan los servicios a la Institución

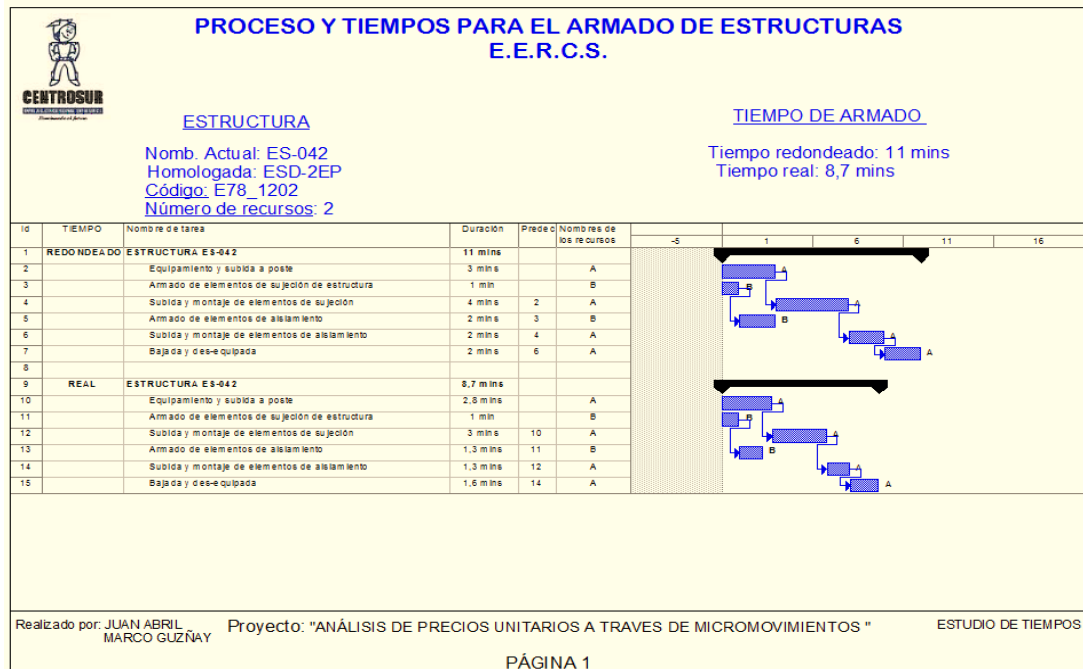


Figura 3.9 Diagrama de Gantt, para registrar la carga de trabajo de los recursos que intervienen en el montaje de estructuras.

#### 4.12 PROCESAMIENTO DE DATOS

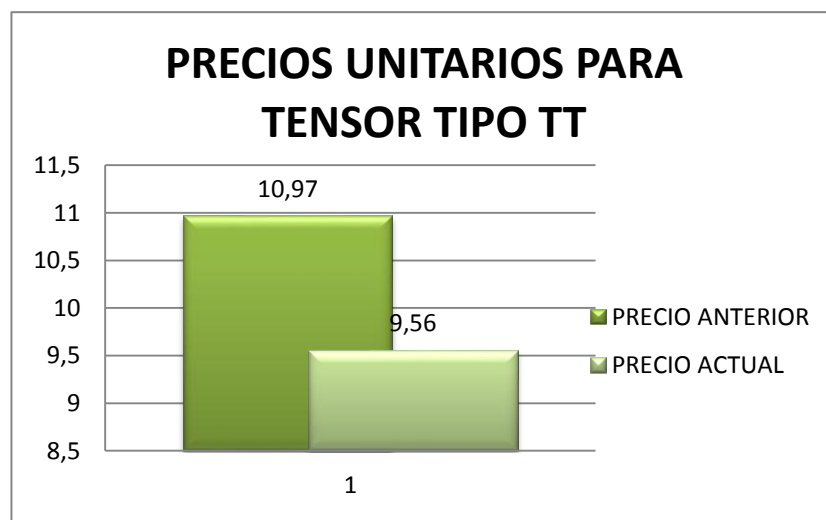
Para el análisis se definió un algoritmo de cálculo, que sirve para obtener el promedio de tiempos medidos y relacionarlos con la remuneración de los trabajadores, el mecanismo indicado será utilizado en el Sistema de Gestión de proyectos (S.G.P)

Con el fin de realizar una primera comparación entre los tiempos de ensamblaje de estructuras del sistema anterior, versus los tiempos obtenidos en el estudio, respetando el período tiempo de movilización entre estructuras asignadas en el SGP, correspondiente a 15, 20, 30 minutos y otros, tiempos que no cuentan con un sustento específico y que respalde la información consignada en el software, pero se utilizan para el análisis de precios unitarios.

También se consideró el tiempo para la preparación de materiales correspondiente a una hora al día; presentando las siguientes variaciones para el montaje de un tensor TP para media tensión que se ha considerado como modelo de presentación. Ver tabla 3.4 y la figura 3.10.

**Tabla 3.4 Comparación de tiempo entre la medición actual y el que ha estado utilizando la Empresa Eléctrica para la estructura denominada TP (Montaje de un tensor Poste a Poste)**

TIEMPOS DE ARMADO TENSOR TIPO TP		
	ANTERIOR	ACTUAL
Movilización	20	20
Subida y bajada de poste	5	
Armado de estructura	40	37
TIEMPO TOTAL	65	57
<b>PRECIOS UNITARIOS</b>	<b>\$10,97</b>	<b>\$9,56</b>
Porcentaje de variación	12,85%	



**Figura 3.10 Diferencia de precios unitarios para un tensor TT (Tensor a Tierra) en el sistema anterior y con los registros de tiempo actuales**





de estimación y los calculados mediante el estudio de tiempos a través de micromovimientos presentados en el estudio.

**Tabla 3.5 Comparación de precios unitarios calculados con el sistema anterior y con el método propuesto.**

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA		PRECIO UNITARIO		VARIACIÓN
MEER	CENTROSUR	ANTERIOR	NUEVO	EN %
ESV-1BD	CP2	7,71	4,23	-45,14
ESV-3SA	AC	20,96	11	-47,52
ESV-3HD	HR2	30,48	18,81	-38,29

Con el propósito de analizar la variación de criterios para el registro de datos, se realizó el cálculo de la desviación de los cinco grupos de trabajo que realizaron las mediciones. Para comparar la mecánica usada entre ellos, se procedió al análisis comparativo, considerando que se tomaron muestras en diferentes lugares y en tiempos diferentes, constatándose que las respuestas son similares, como se puede comprobar en la Tabla 3.6, teniendo como resultado una disminución del 41,02 % de precios. El resultado obtenido pronostica una economía sustancial en la contratación de servicios para la ejecución de sistemas e Distribución en media y baja tensión.

**Tabla 3.6 Comparación de medida de tiempos de los cinco grupos, constatando una variación similar**

EQUIPOS DE TRABAJO	VARIACIÓN %
ZONA 1	-43,40
ZONA 2	-40,08
ZONA 3	-38,33
SUPERVISIÓN	-42,21
DOC	-41,08
<b>PROMEDIO</b>	<b>-41,02</b>



De las mediciones obtenidas para el desmontaje de estructuras indicadas en el anexo 3, se puede resaltar que los valores obtenidos están próximos al 81,09 % del montaje como se puede apreciar en la tabla 3.7

**Tabla 3.7 Variación de tiempos entre el montaje y desmontaje de estructuras de media tensión**

ESTRUCTURA	TIEMPO EN MIN		VARIACIÓN
	MONTAJE	DESMONTAJE	%
UP	9,3	6,58	70,75
UP2	8,7	6,56	75,40
SC	21,9	21,22	96,89
CR2	31	21,22	68,45
AC	35,7	33,54	93,95
PROMEDIO			<b>81,09</b>

Los valores obtenidos, si bien se aproximan a los valores que ha venido utilizando la Empresa Eléctrica, la cantidad de muestras que han sido tomadas, no se tiene la certeza necesaria para utilizar el valor, por lo que la Institución debe continuar con el trabajo

#### **4.13 CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDAR(18)(15)(8)(9)**

##### **3.6.1 ADICIÓN DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS POR DESCANSOS**

El tiempo estándar de las tareas, se calcula a partir del tiempo normal medido en los lugares de trabajo, pero, ponderando la frecuencia o número de veces que se repite el elemento dentro del ciclo, por lo que se recomiendan aumentar varios lapsos de tiempo denominados en la Administración de Operaciones como “Tiempos Suplementarios” o simplemente “Suplementos”.

Los suplementos son consecuencia de las interrupciones presentadas en la ejecución de las tareas y son ocasionadas por:

- Factores relacionados con el individuo que realiza las actividades. Cada trabajador tiene su propia curva de aprendizaje, necesita tiempos diferentes para recuperarse de la fatiga, su constitución física es diferente, así como sus hábitos alimenticios, etc. Repercutiendo en gran medida el rendimiento en el trabajo.
- Factores relacionados con la naturaleza del trabajo en sí. Las características de postura, peso a levantar, etc., pueden influir en el tiempo necesario para la realización de las actividades.
- Factores relacionados con el medio ambiente, como el calor, humedad, iluminación, trabajos en el exterior, etc.

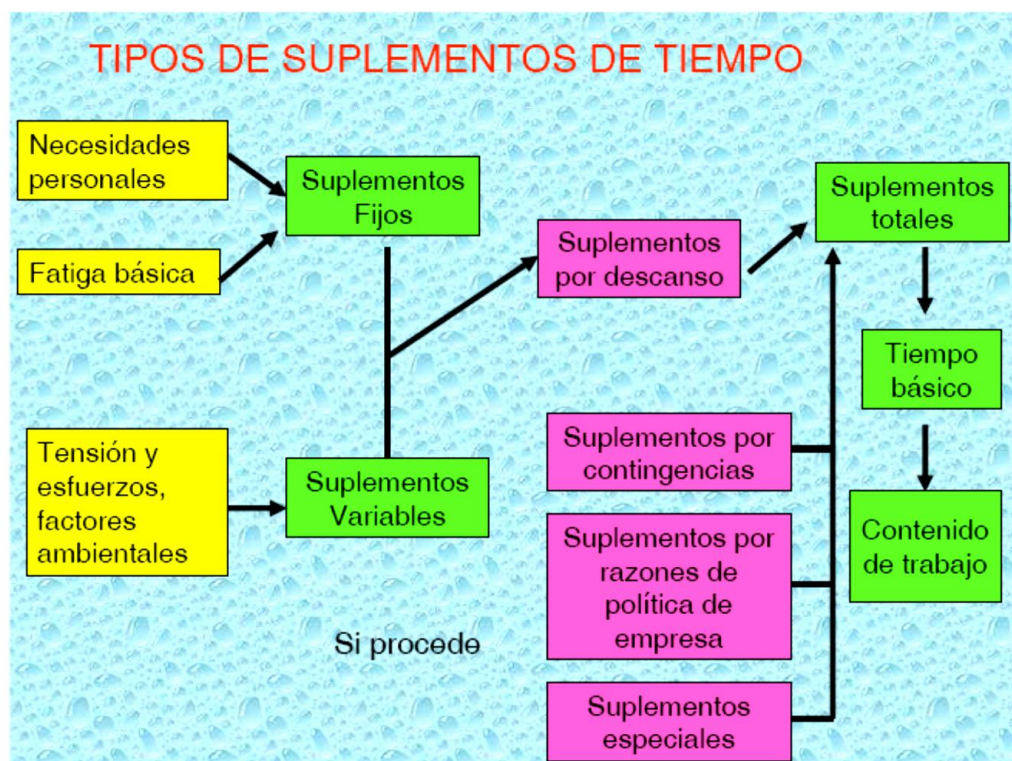


Figura 3.12 Pasos que recomienda la Administración de Operaciones, para considerar los tiempos suplementarios en la medición de tiempos en el trabajo



En la figura 3.12 se presentan los suplementos de tiempo que hay que incrementar en las tareas normales de trabajo, los mismos que se clasifican en fijos y variables. Los fijos se relacionan con las necesidades del individuo y los variables a las condiciones de trabajo al que está sometido el trabajador.

Otro aspecto que se debe considerar, son los relacionados a las contingencias propias de la actividad, tales como la dotación de materiales o equipos no adecuados para las actividades, las relacionadas al traslado de material desde las bodegas a los lugares de trabajo, o simplemente por políticas propias de la empresa contratante o por parte de la empresa suministradora de servicio. Adicionalmente se recomienda dar un margen de tolerancia, que son ocasionados por fallas o atrasos del equipo para el izado de postes o suspensión temporal del suministro de materiales no disponibles en las bodegas de las empresas suministradoras de servicios

**Tabla 3.8 Porcentajes que deben sumarse al tiempo de trabajo medido debido a las condiciones de trabajo de los electricistas.**

CONCESIONES (OIT)			
DETALLE		PORCENTAJES	
<b>A</b>	<b>CONCESIONES CONSTANTES</b>		
A1	Necesidades personales	5%	7%
A2	Básicas por fatiga	4%	
<b>B</b>	<b>CONCESIONES VARIABLES</b>		
<b>B1</b>	<b>Por trabajar de pie</b>	2%	4%
<b>B2</b>	<b>Por postura anormal</b>		
	Molesta (Cuerpo encorvado)	2%	3%
<b>B6</b>	<b>Tensión auditiva</b>		
	Intermitente y fuerte	2%	
<b>B7</b>	<b>Tensión mental del proceso</b>		
	Atención dividida	1%	
<b>TOTAL</b>		<b>16%</b>	





El tiempo estándar se calcula aplicando la fórmula [1.4] presentada en el numeral 1.8.2.2 del capítulo 1. Los porcentajes para la concesión se asumirán los recomendados por la Organización Internacional del Trabajo, expedida en la ciudad de Ginebra en 1996, valores que no han tenido modificaciones y se mantienen en vigencia en varias partes del mundo.

Los valores que se adicionan relacionados con el individuo que realiza los trabajos, corresponden a las condiciones de los electricistas que laboran en las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago. Los porcentajes que se presentan en la tabla 3.8, fueron extraídos de la Tabla 1 presentada en el Capítulo 1.

Con relación al incremento que debe darse a los tiempos de medida, debido a los pesos que levantan los electricistas y el lapso de tiempo que deben soportar, se realizó una encuesta tanto a electricistas, jefes de grupo y personas que brindan los servicios para la construcción de sistemas de distribución en la Empresa Eléctrica, para poder adicionar los porcentajes, mismos que están en función de los elementos que se utilizan en el ensamblaje de estructuras. Ver la tabla 3.9.

En concordancia a lo indicado, a cada estructura en estudio se le debe asignar un tiempo suplementario fijo, correspondiente al 16 % adicional y un variable, correspondiente al peso a soportar, dividido para el número de recursos que intervienen en cada necesidad, valores que fluctúan entre un 3 a un 38 %.

**Tabla 3.9 Pesos en kg. que soportan los electricistas y los suplementos que hay que adicionar a los tiempos normales medidos.**

DESCRIPCIÓN	KG	# RECU	KG/RECURSO	PORCENTAJES
1 ABRAZADERA, POLIMERO	9	1	9	3%
1 PIN, 2 ABRAZADERAS, 1 TACHO	9	1	9	3%
2 PINES, 2 ABRAZADERAS, 2 TACHOS	13	1	13	5%
CRUCETA 2,4m CON PERNOS Y ARANDELAS	27	1	27	16%
DOS CRUCETAS 2,4m MAS PERNOS Y ARANDELAS	50	2	25	14%
CRUCETA 4,3m MAS PERNOS Y ARANDELAS	42	1	42	38%
DOS CRUCETAS DE 4,3m MAS PERNOS Y ARANDELAS	77	4	19	10%
BASTIDOR, ABRAZADERA, ROLLO	10	1	10	4%



### 3.6.2 TIEMPOS SUPLEMENTARIOS ADICIONALES

Para una segunda etapa se consideró la necesidad de medir los tiempos no productivos, que si bien no aportan a los beneficios, deben considerarse como parte del estudio de tiempos para los resultados y rendimientos del personal. Dentro de la planificación de Operaciones se los clasifica como “Suplementos por Contingencias”.

En este campo se han considerado los siguientes:

- Retiro de materiales de las bodegas, para iniciar las labores diarias y traslado a los lugares de trabajo.

En este ámbito se presentan dos alternativas en la ejecución de proyectos: para la alternativa que exista acceso vehicular el traslado de materiales se lo realiza utilizando el transporte previsto para el efecto. Para el segundo caso, la localidad y la comunidad que se beneficia con la mejora, firma un convenio, con el que se compromete a colaborar con el proveedor del servicio, el traslado de los equipos, materiales y a colaborar con la mano de obra no calificada. En caso de no contar con la colaboración de los beneficiados, los costos de los trabajos corresponden a una categoría diferente.

- Adecuaciones de materiales y equipos que deben acomodarse a las necesidades o que deben ser de ciertas características para trabajar paralelamente, como en el caso de los pie de amigo ángulo, que se les denomina como izquierdo y derecho.
- El período de tiempo que se requiere cada sub-grupo de trabajo para movilizarse de estructura en estructura.

Para el fin se diseñó el formulario acoplado a la ejecución de proyectos de distribución, para el registro las demoras correspondientes a los siguientes parámetros detectados (Ver figura 3.13):

- Preparación de material
- Retiro de materiales de bodega.
- Distribución de materiales en obra.
- Armado de estructuras.
- Armado de equipos complementarios.
- Traslado de poste a poste.
- Tendido y tensado de conductor.
- Varios

CENTROSUR												FORMULARIO PARA TRASLADO Y CONSTRUCCIÓN											
PREPARACIÓN DE MATERIAL Retiro de materiales de bodega. Distribución de materiales en obra. Armado de estructuras. Armado de equipos complementarios. Traslado de poste a poste. Tendido y tensado de conductor.												NOMBRE DEL PROYECTO: Alimentador 0722, Tramo Paccha-Niñi Hoja: 1 de 1 Nombre del contratista: Ing Pablo Marchan FECHA: MARTES 20 DE MARZO Tipo de terreno: C Hora Inicial: 8:00 Tipo de vía: 3er Orden Hora Final: 18:30 Medio de transporte: Camioneta Zona Geográfica: Sierra Nombre del Supervisor: Juan Abril - Marco Guzman Recursos totales: 6 Distancia entre bodega y zona de trabajo: 250m											
PROCESO DE TRABAJO												OBSERVACIONES											
1	2	3	4	5	6	7	8	TIPO	RECURSOS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)			DEMORAS (min)			CUMPL*						
											INICIAL	FINAL	TOTAL	TIPY	T. INICIAL	T. FINAL			TOTAL				
								X	B1, B2, B3	35	0:00:00	0:24:00	0:24:00					1					
X									B1, B2, B3		0:00:00	0:04:15	0:04:15					1					
								X	B1, B2, B3		0:00:00	0:00:20	0:00:20					1					
									B1, B2, B3		0:00:00	0:00:15	0:00:15					1					
								X	B1, B2, B3		0:00:00	0:00:23	0:00:23					1					
									B1, B2, B3		0:00:00	0:02:26	0:02:26					1					
								X	B1, B2, B3		0:00:00	0:00:25	0:00:25					1					
									B1, B2, B3		0:00:00	0:01:11	0:01:11					1					
								X	B1, B2, B3		0:00:00	0:00:42	0:00:42					1					
									B1, B2, B3		0:00:00	0:03:31	0:03:31					1					
								X	B1, B2, B3, B4, B5, B6		0:00:00	3:31:59	3:31:59	a	0:00:00	0:08:40	0:08:40	1	DEMORA POR RED BT EXISTENTE IMPIDE EL PASO DEL CONDUCTOR				
								X	A1, B1	250				b	0:00:00	0:13:40	0:13:40	1	FALTA DE MATERIAL PARA EL TENDIDO				

Figura 3.13 Registro de tiempos ocasionados por la preparación y traslado de materiales en la construcción

En el anexo No 3, se presenta algunas muestras que se utilizaron para el cálculo de tiempo que utilizaba el personal encuestado para repartir el material.

### 3.6.3 PLANIFICACIÓN DE TRABAJO DE LOS GRUPOS O CUADRILLAS

Para el cálculo del rendimiento de los grupos que realizan montaje de estructura y equipos, se auscultaron las mecánicas de trabajo,



programación de actividades y tiempos destinados al descanso, entre otros aspectos.

Los grupos o cuadrillas de trabajo dividen la jornada de trabajo de ocho horas en dos partes, utilizando el intermedio para el almuerzo, que dura entre media o una hora, situación que depende del capataz o jefe de grupo.

En cada sub-jornada, el grupo de trabajo prepara y retira materiales de las bodegas temporales, en un tiempo aproximado de media hora y posteriormente se trasladan a los lugares de trabajo, tiempo que se considera como suplemento para el montaje de estructuras. Los equipos, materiales y herramientas que lleva el personal, serán utilizados para tres horas y media, aproximadamente. Lo propio se lo realiza en la jornada vespertina.

Para la construcción de sistemas de media tensión trifásicos, los electricistas utilizan gran parte del tiempo en la preparación de materiales, realizando perforaciones en las crucetas de madera tratada específicamente. Esta actividad no será considerada dentro del estudio, toda vez que, el MEER ha eliminado del listado el material descrito, y se ha cambiado por elementos de acero galvanizado o plástico reforzado con fibra de vidrio, para el caso que se mantenga el material descrito, en las especificaciones técnicas deberá pedirse el material con los requisitos necesarios.

Cuando la ejecución de los proyectos superan los 25 km entre las oficinas de las empresas y personas suministradoras de servicios con relación al lugar de la obra, el personal que realiza el montaje de estructuras, se radica en el lugar de trabajo, conformando campamentos temporales en donde almacenan los materiales y sirve también de dormitorios.

#### **3.6.4 CÁLCULO DE TIEMPO FINAL PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS**



Con todos los suplementos considerados, se realiza nuevamente el análisis al montaje de las estructuras que se realizaron la medición. Los resultados de cálculo de cuatro estructuras, tomadas al acaso, se presentan en la tabla 3.10.

Si bien los tiempos asignados para el ensamblaje de estructuras aumenta considerablemente, no es menos cierto que los tiempos para movilizarse entre estructuras es mucho menor como se indicará adelante.

El tiempo de traslado de poste a poste medido en zonas urbanas u urbano marginales corresponde a 1,05 minutos y en las zonas rurales de 3,45 minutos, pero considerando valores adicionales por concesiones adicionales, se ha dejado para el estudio tiempos, 5 minutos para movilizarse entre estructuras en un solo poste y 10 entre estructuras de dos o más postes ubicados en la zona rural exclusivamente.

**Tabla 3.10 Tiempo estándar para 4 estructuras modelo y comparadas con los valores que se utilizan en la Empresa Eléctrica**

ESTRUCTURA	UP	CR	HR2	CR2
TIEMPO DE ARMADO	11	38	43	47
CONCESIÓN OIT	2,112	11,4	10,92	14,1
TIEMPO ESTÁNDAR	13,112	49,4	53,92	61,1
RETIRO DE MATERIAL	0,86	3,9	9,1	4,7
TRASLADO ENTRE POSTES	5	5	10	5
<b>TIEMPO ESTÁNDAR TOTAL</b>	<b>18,974</b>	<b>58,286</b>	<b>73,051</b>	<b>70,821</b>
TIEMPO SGP	30	118	120	145
VARIACIÓN TIEMPO	-11,026	-59,714	-46,949	-74,179
VARIACIÓN %	-36,75	-50,61	-39,12	-51,16
<b>PROMEDIO</b>	<b>-44,41</b>			

De igual forma se consideró el 14 % del tiempo estándar para el retiro de material, dando una holgura suficiente a los medidos, que corresponden al 7 % para las monofásicas, 8 % para las trifásicas y 17 % para las estructuras ensambladas en dos postes (Actualmente utilizadas muy poco).

A pesar de haber aumentado los tiempos suplementarios, debido a la concesiones, se tiene un decremento del 44.41 %, valor mucho menor que el calculado en la tabla 3.6.

En los anexos 6 y 5 se presentan los cálculos de los tiempos totales para las estructuras, divididos para en sistemas de media y baja tensión.

#### 4.14 ESTRUCTURAS COMBINADAS.

Como se indicó anteriormente, los micromovimientos medidos se programaron con tal detalle, para que puedan ser utilizados en el estudio de tiempos para el ensamblaje de las estructuras compuestas, considerando que usan las mismas tareas.

En los anexos 7 y 8, se presentan los cálculos de tiempo para estructuras compuestas y para comprobar la hipótesis planteada, se siguió la secuencia indicada en la figura 3.13.

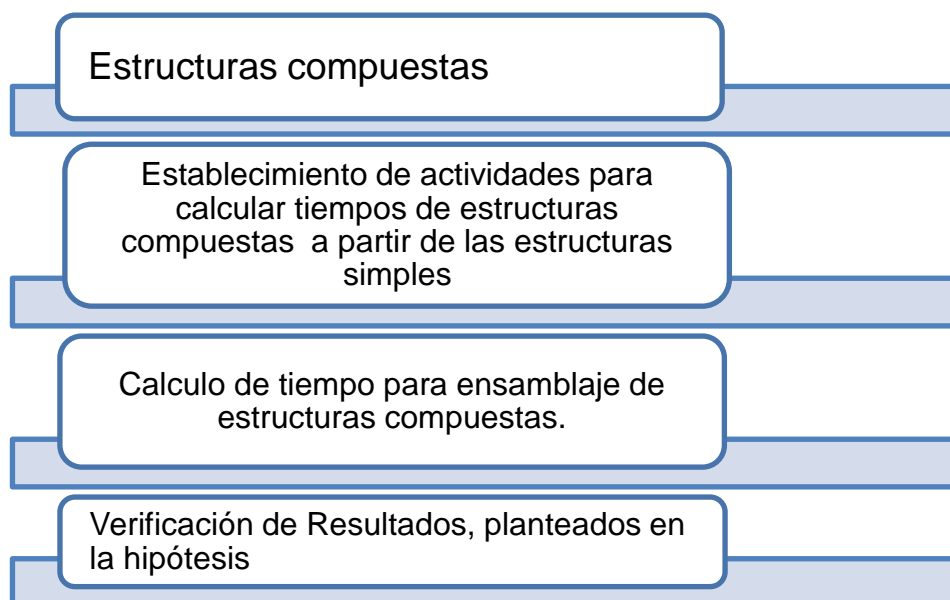


Figura 3.14 Secuencia a seguir para comprobar la validez de los tiempos para el ensamblaje de estructuras compuestas

Para estructuras combinadas (Ver figura 3.14), se comprueba que los tiempos medidos no tiene variaciones superiores al 5 % con respecto a las calculadas, constatándose que cumple con la hipótesis planteada anteriormente.



**Figura 3.15 Estructura compuesta formada por dos CR+ 1 ES-044+ 2TT + 1 LUMINARIA**

#### **4.15 TENDIDO DE CONDUCTOR**

Por normativa de la Empresa Eléctrica, se utilizan únicamente conductores desnudos de calibres 2, 1/0 y 3/0 AWG, siendo estos los únicos elementos que los que se realizó el estudio de tiempos para el tendido, calibración y amarre de conductor del tipo ACSR (Aluminum Conductor SteeilReinforced). Para el conductor denominado como Pre-ensamblado, se tomó como muestra el de calibre 2x50+N50, por ser el único elemento que se utilizaría durante los 18 meses de prueba.

En esta etapa de la investigación, debido a la gran cantidad de información, a la dispersión para la toma de muestras, fue necesario la incorporación de nuevos grupos de trabajo.

Se eligieron proyectos específicos, que cubrían los diferentes calibres de conductores, diferentes lugares de trabajo, composiciones de conductores diferentes y si se trataba de líneas o redes de distribución.



Para la medición de los proyectos elegidos, se delegó un electricista con experiencia, de la planta de trabajadores de la Empresa Eléctrica para que acompañe durante la construcción a la empresa constructora. La persona asignada, que debían reportar los tiempos medidos, como las novedades de trabajo que se presentaron durante la etapa.

Debido a la gran cantidad de información que debía ser procesada y la necesidad de capacitación y absolución de consultas se incrementaba sustancialmente, se consideró necesario incorporar la ayuda de estudiantes universitarios, tanto practicantes, como asistentes, que con el trabajo realizado podían también extender su investigación para el desarrollo de tesis de pregrado, toda vez que, el tema investigado tiene varios tópicos que no pudieron ser investigados

Con la información recopilada y procesada, se pudo comprobar que el tendido de conductor, algunas empresas suministradoras de servicio, habían estado trabajando con menos recursos que los programados, pero, por experiencia de la Empresa en procesos constructivos, se recomendó realizar el trabajo al menos con seis personas, sin considerar que la comunidad beneficiada colabore o no durante el proceso.

La exigencia del número de recursos, se debe a que, por el tipo de material y las condiciones constructivas del conductor, no debetener rozamiento con superficies abrasivas, tratando de evitar el contacto con el piso u otras superficies durante el tendido.

En la tabla 3.11, se presenta el resumen de los tiempos para el tendido de conductores 2, 1/0 y 3/0 AWG por cada kilómetro, que contempla las siguientes etapas.

- Traslado del carrete.
- Armado de la desenrolladora. (Ver figura 3.15).
- Limpieza de la franja de servicio.
- Instalación de poleas.
- Tendido de conductor.





- Calibre de conductor.
- Amarre de conductor.
- Retiro de equipos.
- Limpieza de residuos.

Para realizar el cálculo de las composiciones monofásica, bifásica o trifásica, deberá multiplicarse por el número de fases del sistema.

Igual tratamiento se dio al conductor denominado pre- ensamblado o anti hurto para sistemas de baja tensión, conductor que se diferencia del anterior por estar forrado con una chaqueta de PVC, que aísla la parte conductora con el medio ambiente.

La forma de montaje, derivaciones y elementos que conforman las estructuras, difieren poco con las del tipo aéreo.

**Tabla 3.11 Resumen de tiempos medidos para conductores 2, 1/0 y 3/0 del tipo ACSR en minutos/kilómetro**

TENDIDO DE CONDUCTOR 2										
MICROMOVIMIENTOS EN MIN/KM									TIEMPO TOTAL (MINS)	TIEMPO TOTAL HORAS
11,61	2,596	0	2,304	73,9	29,28	23,41	2,89	5,028	151,0171073	2:31
TENDIDO DE CONDUCTOR 1/0										
MICROMOVIMIENTOS EN MIN/KM									TIEMPO TOTAL (MINS)	TIEMPO TOTAL HORAS
14,01	6,047	0	12,33	154,04	25,34	19,6	3,144	12,06	246,5701492	4:06
TENDIDO DE CONDUCTOR 3/0										
MICROMOVIMIENTOS EN MIN/KM									TIEMPO TOTAL (MINS)	TIEMPO TOTAL HORAS
19,71	24,46	0	23,16	117	110,3	82,89	14,8	38,58	430,8404529	7:10
TENDIDO DE CONDUCTOR PREENSAMBLADO										
Traslado de carrete	Montaje de desenrolladora	Limpieza de la franja de servicio	Fijación de poleas / Montaje	Tendido de conductor	Calibrado de conductor	Amarre de conductor	Retiro de poleas	Limpieza de residuos / Retiro		

En la tabla 3.12, se presenta el estudio de tiempos del conductor de calibre 2 x 50 – N 50 mm<sup>2</sup>, galga europea que se asemeja a la de norma Americana similar al 2 x 1/0 + 1/0 AWG, siendo el más usado durante el estudio de tiempos realizado, comprobando que difiere con los estimados en la Empresa Eléctrica, con las del presente estudio considerablemente.



Figura 3.16 Armado de la desenrolladora, como paso previo al tendido de conductor

Tabla 3.12 Resumen de tiempos medidos para conductores 2, 1/0 y 3/0 del tipo ACSR en minutos/kilómetro

TENDIDO DE CONDUCTOR PREENSAMBLADO											
CANTIDAD											
1	0	0	2	6	9	1	0	0			
TIEMPO ACUMULADO											
0:13:00	0:00:00	0:00:00	0:11:09	0:56:10	4:37:26	0:02:43	0:00:00	0:00:00			
TIEMPO ACUMULADO MINUTOS											
13	0	0	11,15	56,1667	277,4333	2,71667	0	0			
DSTANCIA TOTAL ACUMULADA EN mts											
90	1	1	300	640	640	300	1	1			
MICROMOVIMIENTOS EN MIN/KM										TIEMPO TOTAL (MINS)	TIEMPO TOTAL HORAS
144,44	0	0	37,167	87,76	433,49	9,0556	0	0		711,9166667	11:51
Traslado de carrete	Montaje de desenrolladora	Limpieza de la franja de servicio	Fijación de poleas / Montaje y acople de teclé o polipasto	Tendido de conductor	Calibrado de conductor	Amarre de conductor	Retiro de poleas	Limpieza de residuos / Retiro de Carrete			

### 3.8.1 TIEMPOS COMPLEMENTARIOS

Como en los casos anteriores, se aumenta el 25 % a los tiempos medidos, debido a las condiciones de trabajo; en un 16 % debido a



factores relacionados con el individuo y el 9 % a factores relacionados con la naturaleza propia de la actividad.

En la tabla 3.13 se presentan las variaciones de tiempo medidos, versus los tiempos registrados en el SGP, utilizado actualmente, comprobándose lo siguiente.

Para la adjudicación suplementos de tiempo debido a la sobrecarga de peso, si bien estos, sobrepasan los valores antes indicados, la carga de trabajo debía dividirse para el número de recursos que realizan la actividad.

**Tabla 3.13 Comparación de valores para tendido de conductor, usando la medición de tiempos y el estimado, usado actualmente en la Empresa Eléctrica.**

ACTIVIDAD	TIEMPO MEDIDO	CONCESIÓN	TIEMPO TOTAL	TIEMPO SGP	VARIACIÓN	%
Tendido conductor 2 AWG ACSR	151,02	37,76	188,78	435,00	-246,23	-56,603
Tendido conductor 1/0 AWG ACSR	246,57	61,64	308,21	490,00	-181,79	-37,099
Tendido conductor 3/0 AWG ACSR	430,84	107,71	538,55	600,00	-61,45	-10,242
Tendido conductor 2 x 50 - N 50	711,91	177,98	889,89	1005,00	-115,11	-11,454

El tendido de conductores de calibre 2 y 1/0 AWG, presentan una variación grande, pero el de calibre 3/0 y el 2x 50- N50 son próximos a los utilizados en la Empresa Eléctrica actualmente.

Se comprueba que el método mediante la estimación presenta errores, comparado con la medición de tiempos, por lo que para futuros estudios, deberá plantearse el propuesto en la investigación.

#### 4.16 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Los grupos o cuadrillas considerados para la medición de tiempo, algunos no trabajan con todos los recursos previstos para el análisis.



El estudio de tiempos realizado, corresponde a trabajos concentrados, tales como ciudadelas, localidades o construcción de líneas. Para trabajos con cierto grado de dispersión, debe considerarse un tiempo diferente únicamente para el traslado entre estructuras, los cálculos restantes permanecerán iguales.

No se ha realizado el análisis de otros calibres de conductores pre ensamblados, por no estar previstos en los proyectos de los años 2011 y 2012.

Periódicamente deben realizarse encuestas relacionadas a las dificultades constructivas, debido a deficiencias en el diseño de los materiales.



## Capítulo IV

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

### 4.1 CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis de los procesos constructivos para el ensamblaje de estructuras que se realiza en la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C. A. se pudo constatar que un gran número de empresas y profesionales calificados, suministradores de Servicio, realizan sus actividades con menos obreros, poniendo en riesgo la salud ocupacional de sus colaboradores. Situación que debe ser estipulada en los contratos y exigido el cumplimiento, a riesgo de no ser considerados en futuras ocasiones en trabajos similares.

Con la aplicación de pequeños cambios en los procesos, uso de nuevos materiales o la forma de solicitar a los proveedores los materiales, se consiguen disminución de tiempos en el proceso de ensamblaje, que podrían ser utilizados en otras tareas. Se ha podido constatar que solicitando al fabricante de crucetas de madera tratada con la cantidad de perforaciones necesarias y cambiando de forma al “pie de amigo”, se disminuye de 5 a 10 minutos los tiempos de preparación de materiales en bodegas, actividad que lo dedicaba casi todo el grupo o cuadrilla de trabajo.

Si bien el método de la estimación realizado por expertos anteriormente, ha servido de base para el trabajo en sistemas de distribución por varios años en la Empresa Eléctrica, se ha podido constatar que no es el adecuado para este tipo de actividades, comprobando que se puede disminuir en el proceso constructivo tiempos por el orden del 44,41 %, para el ensamblaje de estructuras y para el tendido de conductor una disminución por el orden del 23,08 %. Por lo indicado se entiende claramente los motivos por los que las empresas suministradoras de



servicios para proyectos de distribución entregaban en menos tiempo a los calculados en el Sistema de Gestión de Proyectos (SGP).

Considerando que la Empresa Eléctrica paga aproximadamente 10 millones de dólares por año por los servicios prestados a personas y Empresa Calificadas para la ejecución de proyectos de distribución y si se mantiene la forma de cálculo que se está utilizando actualmente para la remuneración de los trabajadores contratados, con el método propuesto, se consigue un ahorro por el orden de los 2'308.000 de dólares anuales, suficientes para aumentar aún más la expansión del sistema y mantener en condiciones de calidad los sistemas existentes.

Como se ha indicado durante el análisis, el reclamo de los proveedores de servicios no es el tiempo utilizado en la ejecución de proyectos; son los valores de remuneración por los integrantes de la cuadrilla de trabajo, pero, tampoco se entiende el motivo por el que las mismas personas que reclaman, cuando se presentan a concursos, los precios ofertados se reducen hasta en un 20 % del presupuesto referencial.

#### **4.17 RECOMENDACIONES**

Si bien puede causar una serie de reclamos por parte de las empresas que suministran servicios para la ejecución de sistemas de distribución para la Empresa Eléctrica, el sistema para calcular Precios Unitarios debe ser implementado, por ser un método dentro del Sistema de Operaciones aceptado a nivel mundial y sobre todo ha sido analizado y adaptado a nuestro medio, teniendo la certeza de que se han utilizado las mejores prácticas constructivas por parte de un personal calificado en el Ecuador.

Con el fin de evitar polémicas con los proveedores de servicios, se recomienda que los proyectos que deban construirse mediante contratación, se los realice de ahora en adelante mediante concursos, cuyo presupuesto referencial propuesto se lo calcule sobre la base de los resultados del presente estudio



El Sistema de Operaciones en la Empresa Eléctrica debe formar comisiones que deberá reunirse por lo menos cuatro veces al año, para realizar encuestas a los trabajadores sobre mejores prácticas constructivas e innovadoras y sobre todo, revisar y actualizar los procesos constructivos cuando se hayan presentado nuevas tecnologías.

Con los cambios propuestos en esta metodología, se debe realizar una reingeniería del software denominado Sistema de Gestión de Proyectos (SGP), toda vez que, deben incluirse todos los micromovimientos considerados en el presente estudio. En consultas realizadas con profesionales especializados en la Ingeniería de Sistemas, resulta más beneficioso incluir las mejoras en la estructura de los programas, que realizar “parches” a los sistemas existentes, que causan problemas a mediano plazo, considerando que no se sustentan los cambios, y el mantenimiento a futuro, distorsiona la validez de los resultados

El manual de estructuras del MEER, cuya finalidad fue la de homologar los materiales que se utilizan a nivel nacional, debe ser revisado periódicamente, pues, con la estructura actual limita la mejora continua, considerando que los materiales y equipos que proveen los fabricantes y proveedores, deben cumplir únicamente requisitos mínimos y no premia la innovación y mejoras en las características de conducción, pérdidas, robustez de equipos, etc.

Se debe promocionar el sistema de cálculo de precios unitarios a otros estamentos de la Empresa Eléctrica Centros Sur, tales como en la construcción de los sistemas subterráneos, el pago por servicios por mantenimiento preventivo y correctivos, como también se debe recomendar el estudio de tiempos mediante el sistema de Operaciones a otras empresas distribuidoras, toda vez que, las instituciones consultadas únicamente realizan los concursos sobre la base de las ofertas presentadas por los proveedores en los mercados nacionales.



El manual de estructuras del MEER que ha implementado por una comisión a nivel nacional y fue dado a conocer en las empresas distribuidoras, en el momento de su aplicación se ha detectado errores e incongruencias que tiene relación con el ensamblaje de estructuras y la descripción de materiales, por lo que se debe presentar un mecanismo para que se informe de los problemas detectados y se lo rectifique o ratifique las sugerencias proporcionadas. De igual forma, la comisión debe seguir cumpliendo con su rol, considerando que no se cuenta con la homologación de equipos de corte, maniobra y equipos de regulación como son el caso de reguladores de tensión, reconectores, seccionalizadores, entre otros.

Adicional a lo anterior, tampoco se cuenta con los parámetros y cálculos de las capacidades mecánicas de las estructuras, ya que las normas internacionales consideran valores y parámetros para otras condiciones y climas, entre otros aspectos.

En los procesos constructivos, la Administración de Operaciones debe contemplar los requisitos y exigencias medioambientales que son requeridos por parte de los organismos correspondientes, como parte fundamental del suministro de Servicio de Electricidad.





## BIBLOGRAFÍA

---

1. **Pulla, Vinicio Eduardo.** *Administración de la Producción de Bienes y servicios.* Loja : Universidad Nacional de Loja, 2012.
2. **Chase R.B; Aquilano N.J; Jacobs F.R.** *Administración de la Producción y Operaciones.* Santa Fe de Bogotá : mcGraw-Hill, 2000.
3. *Contenido Programático de la Administración de la Producción.* **Dichel, Avendaño.** Buenos aires : s.n., 2001.
4. **Domínguez J.A; Alvarez M.J; García S; Ruiz A.** *Dirección de Operaciones: Aspectos Estratégicos en la Producción y los Servicios.* Madrid : McGraw-Hill, 1995.
5. **Fernández E; Avella L; Fernández M.** *Estrategia de la Producción.* Madrid : McGraw-Hill, 2003.
6. **J.A, Domínguez. M.J y Álvarez S, García A, Ruiz A.** *Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos y Operativos en la Producción y los Servicios.* Madrid : McGraw-Hill, 1995.
7. **Heiser J; Render B.** *Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas.* Madrid : Prentice Hall, 2001.
8. **Krajewski L.J; Ritzman L.P.** *Administración de Operaciones.* Naucalpan de Juárez : Pearson Educación, 2000.
9. **R.G, Schroeder.** *Administración de Operaciones.* Mexico D. F. : Macgraw-Hill, 1992.
10. **J.A, Dominguez Machuca y Gonázquez, García.** *Dirección de Operaciones: Aspectos Estratégicos en la Producción y en los Servicios.* Madrid : McGraw-Hill, 1995.
11. *Diseño del sistemas de Gestión de la Calidad en eléctricos Nacionales, según la Norma ISO 9001.2000.* **Fernanda, GARCÍA Campana María.** Quito : s.n., 2007, Vol. Trabajo previo a la obtención de Ingeniero.
12. *Ruteo de Vehículos con ventanas de tiempo para una cadena de supermercados Regional en Chile.* **Enrique, Acuña.** Tesis previo a la obtención de Magister en Gestión de Operaciones de la Universidad de Chile, Santiago : s.n., 2006.



13. *Estudios de Tiempos y Movimientos a las Operaciones realizadas en una Pequeña Industria de Productos Lacteos.* **Gloria Julissa, Fuentes Gonzalez.** Guatemala : s.n., 2003, Vol. Tesis previa a la obtención de Ingeniero Industrial.
14. **Harol, Mainard.** *Estudio de tiempos.* 2012.
15. **Ricardo, Arriagada.** *Diseñor de un Sistema de Medición de Desempeño para Evaluar la Gestión Municipal.* Santiago : Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, 2002.
16. **Fernando, Espinoza Fuentes.** *Métodos y Tiempos.* Talca : Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca, 2000.
17. **Claribel, Arias Duverge.** *Organización de los sistemas Productivos.* Panama : s.n., 2009.
18. *Administración de Operaciones.* **Ramón, Morales Higuera.** Puerto Rico : s.n.
19. *Introducción a la Administración de la Producción y Operaciones.* **Freddy, Cruz Segovia.** Colombia : s.n., 2006.
20. *Muestreo de Trabajo.* **Julio, Salas Bacalla.** Argentina : McGraw-Hill, 1997.
21. *Administración de Operaciones.* **Alfredo, Grillo.** Cuyo : Universidad Nacional de Cuyo- Argentina, 2009.
22. **Ecuador, Asamblea Nacional del.** *Mandato Constituyente 8.* Monte Cristi : s.n., 2007.
23. —. *Mandato constituyente 15.* Montecristi : s.n., 2007.
24. **796, Decreto Ejecutivo n.** *Reglamento sustitutivo del servicio de electricidad.* Quito : s.n., 2005.
25. **2066, Decreto Ejecutivo n.** *Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico.* Quito : s.n., 2006.

# ANEXO 1

## INDICES DE PRECIOS EN CUENCA

### Anexo 1 Índices de precios en Cuenca según la división de bienes y servicios, proporcionados por el Ministerio de Relaciones Laborables del Ecuador

TABLA No. 2.2.2.- ÍNDICE DE CUENCA  
SEGÚN DIVISIÓN DE BIENES Y SERVICIOS

N° de Orden	DIVISIÓN DE BIENES Y SERVICIOS	ABR.11	MAY.11	JUN.11	JUL.11	AGO.11	SEP.11	OCT.11	NOV.11	DIC.11	ENE.12	FEB.12	MAR.12	ABR.12
<b>CUENCA</b>														
	<b>GENERAL</b>	130,32	130,68	130,73	130,77	131,10	132,32	133,36	133,03	133,49	134,71	135,85	136,56	136,04
01	ALIMENTOS Y BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS	148,84	147,37	146,38	146,20	146,53	149,31	150,05	148,70	148,06	161,88	155,59	157,57	154,52
02	BEBIDAS ALCOHÓLICAS, TABACO Y ESTUFEFACIENTES	190,38	190,61	191,00	191,78	192,39	191,06	192,19	192,35	209,95	211,54	219,20	216,70	218,62
03	PRENDAS DE VESTIR Y CALZADO	143,28	144,41	145,23	145,74	145,77	148,31	148,49	148,86	148,22	150,67	152,48	152,80	152,73
04	ALQUILAMIENTO, AGUA, ELECTRICIDAD, GAS Y OTROS COMBUSTIBLES	115,08	115,13	115,52	115,58	115,58	115,58	115,58	115,23	115,37	115,37	119,05	116,30	116,42
05	MUEBLES, ARTÍCULOS PARA EL HOGAR Y PARA LA CONSERVACIÓN	138,61	137,59	138,58	139,27	141,31	143,18	144,74	144,80	144,72	144,57	145,58	145,71	146,11
06	SALUD	113,59	113,68	114,38	114,38	115,46	115,49	116,62	116,86	116,86	118,81	119,79	116,75	116,72
07	TRANSPORTE	121,52	121,69	121,69	121,69	121,75	121,91	122,60	122,86	123,39	124,71	124,33	124,71	124,67
08	COMUNICACIONES	98,10	98,14	98,72	98,49	98,49	95,44	95,44	95,44	95,44	95,44	95,50	95,44	95,44
09	RECREACIÓN Y CULTURA	103,32	103,32	104,21	104,30	104,70	104,68	104,68	104,68	104,99	105,66	106,39	106,56	106,58
10	EDUCACIÓN	104,91	104,91	104,91	104,91	104,91	171,39	178,21	178,21	178,21	178,21	178,21	178,21	178,21
11	RESTAURANTES Y HOTELES	122,71	122,94	123,07	123,16	123,23	123,65	123,44	123,44	123,20	123,80	126,39	124,75	124,84
12	BIENES Y SERVICIOS DIVERSOS	131,38	132,45	133,08	133,38	133,84	133,77	133,28	134,10	134,80	135,83	136,44	139,53	139,50

Índice de Precios al Consumidor (I.P.C.)



## ANEXO 2

---

### **MECÁNICA DE CÁLCULO DE LOS SALARIOS Y REMUNERACIONES DE LOS TRABAJADORES, COSTOS DE MAQUINARIA Y COSTOS INDIRECTOS**

El precio unitario de un rubro viene conformado por diferentes componentes que son:

- Costo unitario de mano de obra.
- Costo unitario de equipos.
- Costo unitario de herramientas.
- Costos indirectos
- Costos de administración de materiales.

#### **1.- COSTOS HORARIOS DE MANO DE OBRA:**

La base de datos del rubro “mano de obra” para la ejecución de proyectos de distribución, está constituida por 12 categorías de trabajadores, establecidos por las comisiones Sectoriales de sueldos y salarios, a excepción del Ingeniero Eléctrico, al que se le dio un análisis especial, por no estar incluido dentro de las Comisiones sectoriales.

#### **Comisión Sectorial para los Trabajadores de la Construcción y Servicios Técnicos y Arquitectónicos**

1. Capataz liniero (Categoría V, código 0501000502) + 60%
2. Liniero (Categoría III, código 0501000301) + 60%
3. Ayudante (Categoría II, código 0501000201) + 60%
4. Operador equipo pesado (Operadores y mecánicos de equipo pesado y caminero, código 0503010101) + 60%
5. Operador gráfico (Dibujantes, código 0501030002) + 60%
6. Electricista (Categoría III, código 0501000301) + 60%



### **Comisión Sectorial para los Trabajadores de Electricidad, Gas y Agua**

1. Digitador (Grupo de procesamiento automático de datos, código 0401010501) + 60%
2. Lector (Grupo de procesamiento automático de datos, código 0401010501) + 60%
3. Auxiliar de ingeniería (Grupo de ingeniería y/o/ arquitectura, código 0401010605) + 60%

### **Comisión Sectorial para los Trabajadores de Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones**

1. Chofer (Categoría D, código 0703000301) + 60%

### **Comisión Sectorial para los Trabajadores de Establecimientos Financieros, Seguros, Bienes Inmuebles y Servicios Prestados a las Empresas.**

1. Secretaria básica (Grupo secretarías, código 0811000001) + 60%

Al salario unificado de cada categoría, se la ha incrementado en un 60%, con el que se pretende igualar al sueldo que solicita ganar un trabajador en el mercado local.

Definidas las categorías, se procede con el cálculo del salario real horario para cada uno de los trabajadores, de la siguiente manera:

**Cargas de ley anuales:** Dentro de las cargas de ley anuales, se tiene:

El décimo tercer sueldo que es igual a un SNMU.

El décimo cuarto sueldo que es igual a 2 SMVG.

Fondos de reserva igual a un SNMU.

IESS, IECE, tiene un valor igual al 12.15% del SNU anual.



**Transporte:** Para el presente análisis, no se considera este valor considerando que el personal reside en campamentos, reconociéndose alimentación.

**Total de ley anual:** Es igual a SNU anual + Componente mes en proceso de unificación x 12 + Cargas de ley anuales.

**Alimentación anual:** Se considera el valor de ley, actualizada a la fecha, por persona y por día trabajado.

**Salario real anual:** Es igual a: Total de ley anual + alimentación anual.

### **Análisis de los días efectivamente trabajados:**

Días del año: 365 días

Días efectivamente trabajados 231

Este último valor es el que se debe considerar para todos los cálculos de costos horarios, tanto de mano de obra, como de equipos.

## **2.- COSTOS HORARIOS DE EQUIPOS:**

Para el cálculo de los costos horarios de los equipos, se ha conformado una base de datos con los equipos que son de uso más frecuente en la construcción de sistemas de distribución eléctrica, pudiendo ser ampliado según las necesidades tecnológicas del proyecto.

El costo horario del equipo tiene dos componentes, el costo de propiedad y el costo de operación y mantenimiento.

## **3.- COSTOS HORARIOS DE HERRAMIENTAS:**

Se considerara un 5% del costo de mano de obra, como el costo de herramientas.



Esta valoración se la hace en virtud, de que los datos estadísticos de diferentes obras, muestran que el margen de error es mínimo, al comparar esta forma de cálculo con la que implica introducir los costos horarios de cada herramienta.

#### **4.- COSTOS INDIRECTOS:**

Este análisis se lo hace en función de una obra típica de distribución a ser contratada, de la cual se toman los costos directos, los plazos y otros parámetros.

Se toma para el efecto, una oficina tipo, para efectos de analizar los gastos que representa administrar una obra de esta naturaleza. En resumen se tienen los siguientes componentes de los costos indirectos.

- Gastos de oficina
- Gastos administrativos
- Seguridad industrial
- Gastos financieros
- Utilidad
- Impuesto a la renta.

Seguridad industrial: En la seguridad industrial está todo lo que concierne al equipo de protección de cada trabajador.

Gastos Financieros: Como gastos financieros, se tiene básicamente el costo de las garantías bancarias, exigidas por ley para este tipo de obras.

Utilidad: Se expresa como un 10% de los costos directos de la obra tipo.

#### **5.- COSTOS DE ADMINISTRACION DE MATERIALES:**

Se paga en función de la mano de obra, por lo que en este estudio, se calculará este rubro en función efectivamente del material a ser manipulado en un proyecto de distribución.



Para el efecto, se ha determinado el material utilizado por cada estructura y se ha valorizado tomando como referencia los precios de materiales, manejados por la EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR C.A. actualizados a la fecha de ejecución, que corresponde al 7,5 % del costo por ensamblaje de equipo.

## **6.- PRECIOS UNITARIOS:**

Para el cálculo de un precio unitario se debe considerar la siguiente secuencia

1. Obtención del tiempo de ejecución:
2. Rendimiento horario
3. Grupo o Cuadrilla de trabajo tipo :
4. Porcentaje de intervención:
5. Costo horarios de la cuadrilla :
6. Total mano de obra :
7. Herramientas: Es el 5% del valor calculado anteriormente.
8. Equipos :
9. Costo hora :
10. Costos directos :
11. Costos indirectos :
12. Costos de administración de materiales :
13. Precio unitario de mano de obra:



Anexo 3 Modelo de estructura homologada por el MEER, que incluye el listado de materiales

		Av. Chacabambas, 28-00 y Vía de Orquídeas Edificio Correo del Ecuador 310000 P.O. Box 1001-1001000 QUITO, ECUADOR Tel: 0011 33000000 FAX: 0011 33000000 E-MAIL: 1001133000001@www.meer.gub.ec QUITO - ECUADOR	
<b>REVISIÓN 02</b> FECHA: 2011-05-26 HOJA 1 DE 2 ESTRUCTURAS EN REDES AGREAS DE DISTRIBUCIÓN 22 0ROy12,7 KV - 22,8 0ROy13,2 KV TIPOLOGÍA: CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TENSÓN.		<b>SECCIÓN 2: MANUAL DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC)</b> <b>REVISIÓN 02</b> FECHA: 2011-05-26 HOJA 2 DE 2 ESTRUCTURAS EN REDES AGREAS DE DISTRIBUCIÓN 22 0ROy12,7 KV - 22,8 0ROy13,2 KV TIPOLOGÍA: CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TENSÓN.	
<b>LISTA DE MATERIALES</b>			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1*	01a	Cuerpo de acero galvanizado, vertical, perfil "L", 16 x 16 x 6 mm (2 5/8" x 2 5/8" x 1/4")	2
2	01a	PC anillo de acero galvanizado, perfil "C", 50 x 50 x 6 x 100 mm (1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 4")	4
3*	01a	Perno de c/a de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 204 mm (8") de long., con 4 buracas, 2 aranditas planas y 2 de presión	2
4*	01a	Tufo de c/a oxidado de acero galvanizado, para perno de 16 mm (5/8") de diám.	4
5*	01a	Perno rosca (p/r) tipo de punto simple de acero galvanizado, 19 mm (3/4") de diám. x 140 mm (5 1/2") de long., con aranditas de sujeción	1
6*	01a	Arandita de acero galvanizado, prima, acero (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 140 mm (1 1/2" x 1/4" x 5 1/2" - 5 1/2")	1
7	01a	Perno máquina de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 61 mm (2") de long., con tuerca, arandita plana y de presión	4
8	01a	Perno rosca (p/r) de tuerca simple de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 300 mm (12") de long., con 4 buracas, 2 aranditas planas y 2 de presión	2
9	01a	Arandita rosca (p/r) de punto simple, acero, 38x4x140-140	1
10*	01a	Arandita tipo suspensión de c/a	
11*	01a	Gruta terminal, aluminio tipo zinc	
12	01a	Perforación simple de acero galvanizado, diámetro "1/2" para sujeción	
13	m	Conductor desnudo sólido de Al	
14	01a	Perno rosca (p/r) corto de acero "1/2" de long.	
15	01a	Arandita de acero galvanizado, perfil "L", 16 x 16 x 6 x 100 mm (1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 4")	
16*	01a	Conector de conexión, acero	
1	01a	Cuerpo de acero galvanizado, un (1"x1")	
1	01a	Cuerpo de galvanizado rotomado de 2" x 2" x 1/4" x 2" x 1/4" x 2" x 1/4"	
3/4	01a	Perforación simple y de soporte de 1/2" x 1/2"	
3/4	01a	Perno máquina de acero galvanizado, con tuerca, arandita plana	
6	01a	Perno punto de acero de 160 mm (1 1/2") de long.	
6	01a	Arandita de acero galvanizado, perfil "L", 16 x 16 x 6 x 100 mm (1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 4")	
6	01a	Arandita de acero galvanizado, perfil "L", 16 x 16 x 6 x 100 mm (1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 4")	
10	01a	Arandita tipo suspensión, de zinc	
11	01a	Tuerca, hexagonal, galvanizada	
14	01a	Perforación simple, para c/a	
16	01a	Conector de conexión, aluminio y acero	
NOTAS: * - LA LONGITUD DE ESTOS PEROS DE 160 MM, 200 MM Y 300 MM, SE MUESTRA EN LA TABLA DE MATERIALES DE ACERO GALVANIZADO DE 16 MM, EN EL PRÓXIMO MANUAL.			

		Av. Chacabambas, 28-00 y Vía de Orquídeas Edificio Correo del Ecuador 310000 P.O. Box 1001-1001000 QUITO, ECUADOR Tel: 0011 33000000 FAX: 0011 33000000 E-MAIL: 1001133000001@www.meer.gub.ec QUITO - ECUADOR
<b>SECCIÓN 2: MANUAL DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC)</b> <b>REVISIÓN 02</b> FECHA: 2011-05-26 HOJA 2 DE 2 ESTRUCTURAS EN REDES AGREAS DE DISTRIBUCIÓN 22 0ROy12,7 KV - 22,8 0ROy13,2 KV TIPOLOGÍA: CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TENSÓN.		<b>REVISIÓN 02</b> FECHA: 2011-05-26 HOJA 2 DE 2 ESTRUCTURAS EN REDES AGREAS DE DISTRIBUCIÓN 22 0ROy12,7 KV - 22,8 0ROy13,2 KV TIPOLOGÍA: CENTRADA - DOBLE RETENCIÓN O DOBLE TENSÓN.

NOTAS:  
 1.- LA ESTRUCTURA SE USA EN TANGENTES Y/O ANGULO DE ACUERDO CON LA TABLA RELATIVA.  
 2.- EN ESTA ESTRUCTURA, USAR TENSÓN.

ANCHO MÁXIMO = 33 m		80 m - ANCHO = 100 m	
ANCHO DE CARRIAGE	ANCHO DE CARRIAGE	ANCHO DE CARRIAGE	ANCHO DE CARRIAGE
ALMÉRIB	ACER	ALMÉRIB	ACER
3	3	30 - 30	3
1/2 - 3/4	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4
1/2 - 3/4	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4	1/2 - 3/4



Anexo 4 Formulario para el cálculo de tipo de las muestras tomadas, que utilizan para la distribución de material desde las bodegas temporales de los grupos a los sitios de trabajo

# DE CRUC	TIEMPO ESTANDAR DE ESTRUCTURAS SIMPLES EN MEDIA TENSION										TIEMPO ESTANDAR+ TRANS MOVILIZACION+ TRANS	PREPARACION	TIEMPO ESTANDAR TOTAL	TIEMPO SGP	VARIAC. MIN %		
	ITEM		DATOS	TIEMPO DE ARMADO	VRI	CONCE. OT	TIEMPO INICIAL		MOVILIZACION								
	EE	MIER					REDON	REDON	RETIRO DE MATERIAL	DISTR. DE MATERIAL						TRASLADO DE POSTE A POSTE	
0	UP	ESV-3CP	REDON.	11	1	2,112	13,132	13	1,8957	1,469	1,05	0	17,3247	18	30	-12	-40,00
0	UP2	ESV-1CA	REDON.	9,3	1	1,7856	11,0856	11	1,5279	1,243	1,05	0	13,777	14	18	-16	-48,57
0	UA	ESV-1BA	REDON.	8,7	1	1,8444	10,5444	11	1,8957	1,469	1,05	0	14,82	15	35	-20	-63,64
0	UR	ESV-1CR	REDON.	5,7	1	1,0944	6,7944	7	0,9723	0,904	1,05	0	11,077	12	33	-21	-48,48
0	UA2	ESV-1BD	REDON.	8,5	1	1,652	10,132	10	1,8668	1,356	1,05	0	16,07	17	33	-16	-47,83
0	UR2	ESV-1OD	REDON.	12,4	1	2,3808	14,7808	15	2,9002	2,034	1,05	0	23,58	24	46	-22	-64,00
0	3UR	ESV-1CR+1CR+1CR	REDON.	9,8	1	1,8816	11,6816	12	1,8657	1,469	1,05	0	17,32	18	50	-32	-34,29
0	4UR	ESV-1CR+1CR+1CR+1CR	REDON.	12,5	1	2,688	16,688	17	2,3613	1,921	1,05	0	22,33	23	35	-12	-26,67
0	CP	ESV-3CP	REDON.	10,9	1	2,304	14,304	14	1,8057	1,582	1,05	0	18,58	19	15	4	-26,67
1	CP2	ESV-3CA	REDON.	25,3	1	8,096	33,396	33	5,1933	4,181	1,05	7,05	54,42	55	75	-20	-40,77
2	CR	ESV-3CR	REDON.	38	1	11,4	49,4	49	6,8061	5,537	1,05	14,1	76,49	77	130	-53	-34,75
2	CR2	ESV-3CD	REDON.	47	1	14,1	61,1	61	6,5283	5,311	1,05	14,1	73,99	77	118	-41	-36,55
1	VP	ESV-3VP	REDON.	25	1	8	33	33	4,5837	3,729	1,05	7,05	49,41	50	75	-25	-33,33
2	VP2	ESV-3VA	REDON.	54	1	16,2	70,2	70	9,723	7,91	1,05	14,1	102,78	103	135	-32	-23,70
2	VR	ESV-3VR	REDON.	39	1	11,7	50,7	51	7,0839	5,763	1,05	14,1	79,00	79	120	-41	-34,17
2	VR2	ESV-3VD	REDON.	53	1	15,9	68,9	69	9,5841	7,797	1,05	14,1	101,53	102	135	-33	-24,44
0	BA	ESV-3BA	REDON.	21	1	4,032	25,032	25	3,4725	2,825	1,05	0	32,35	33	59	-26	-44,07
0	BR	ESV-3BR	REDON.	18,3	1	3,5136	21,8136	22	3,0558	2,486	1,05	0	28,59	29	30	-30	-66,10
0	BA2	ESV-3BD	REDON.	42	1	8,064	50,064	50	6,945	5,65	1,05	0	63,65	64	108	-44	-40,74
1	SC	ESV-3SP	REDON.	23	1	7,36	30,36	30	4,167	3,39	1,05	7,05	46,66	46	70	-24	-34,29
2	AC	ESV-3SA	REDON.	21,9	1	7,008	28,908	29	4,0281	3,277	1,05	7,05	44,41	45	70	-25	-38,40
2	RRC	ESV-3SD	REDON.	35,7	1	10,71	46,41	46	6,3894	5,198	1,05	14,1	72,74	73	125	-48	-49,23
2	RC	ESV-3SR	REDON.	28,3	1	8,49	36,79	37	5,1933	4,181	1,05	14,1	65,23	66	130	-64	-68
2	UP2-V	ESV-1VP	REDON.	33,1	1	9,93	43,03	43	5,9227	4,859	1,05	14,1	73,99	74	110	-36	-32,73
2	UR2-V	ESV-1VR	REDON.	44	1	13,2	57,2	57	7,9173	6,441	1,05	14,1	86,51	87	95	-8	-8,42
2	HP	ESV-3HP	REDON.	24	1	6,24	30,24	30	4,167	3,39	1,05	14,1	42,71	43	65	-12	-18,46
2	HP2	ESV-3HA	REDON.	47	1	12,22	59,22	59	8,1951	6,667	1,05	14,1	89,01	90	120	-30	-25,00
2	HR2	ESV-3HD	REDON.	43	1	11,18	54,18	54	7,5006	6,102	1,05	14,1	82,75	83	120	-37	-30,83
2	HR O HRT	ESV-3HR	REDON.	42	1	10,92	52,92	53	7,3617	5,989	1,05	14,1	81,50	82	110	-28	-25,45
2			REDON.	39,2	1	10,192	49,392	49	6,8061	5,537	1,05	14,1	76,49	77	108	-33	-33



Anexo 5 Tiempo estándar calculado para el ensamblaje de estructuras en sistemas de media tensión y su variación con el sistema actual

TIPO	RECURSOS.	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)		
			INICIAL	FINAL	TOTAL
UP	2		10:30:00	10:32:00	0:02:00
UP+TA	2		9:39:00	9:50:00	0:11:00
UP+S1+PR	2		9:36:00	9:45:00	0:09:00
UP	2		10:34:00	10:45:00	0:11:00
UP	2		10:56:00	10:59:00	0:03:00
UP	2		11:22:00	11:29:00	0:07:00
UP	2		11:17:00	11:27:00	0:10:00
UP	2		0:06:29	0:08:46	0:02:17
UP+LUMINARIA	2		0:00:00	0:09:46	0:09:46
UP	2		0:00:00	0:04:33	0:04:33
UP					0:06:58
UP2	2		0:43:20	0:49:41	0:06:21
UP2	2		0:28:58	0:36:35	0:07:37
UP2	2		0:00:00	0:06:45	0:06:45
UP2	2		0:28:00	0:38:12	0:10:12
UP	2		0:00:00	0:04:33	0:04:33
UP2	2		0:12:14	0:17:27	0:05:13
UP2	1		0:21:54	0:28:51	0:06:57
UP2	2		0:15:49	0:23:50	0:08:01
UP2	2		0:10:06	0:21:38	0:11:32
UP2	2		0:00:00	0:05:10	0:05:10
UP2	2		0:00:00	0:03:54	0:03:54
UP2					0:06:56
SC+E3	2		9:45:00	10:35:00	0:50:00
SC+E1	2		0:05:40	0:17:44	0:12:04
SC	2		0:19:01	0:25:11	0:06:10
SC	1		12:30:00	12:45:00	0:15:00
SC	1		12:35:00	12:50:00	0:15:00
SC	1		13:35:00	14:05:00	0:30:00
SC					0:21:22
CR2+RC	2		10:05:00	11:45:00	
CR2	1		14:00:00	14:28:00	0:28:00
CR2	1		14:00:00	14:25:00	0:25:00
CR2					0:26:30
AC	2		9:40:00	10:23:00	0:43:00
AC+E1	2		0:35:46	1:00:34	0:24:48
AC					0:33:54

Anexo 6 Tiempo estándar calculado para el ensamblaje de estructuras de baja tensión y su variación con el sistema actual.

TIEMPO ESTANDAR DE ESTRUCTURAS SIMPLES EN BAJA TENSION																	
# DE CRUC	ITEM		DATOS	TIEMPO DE ARMADO	CONCESION ES OIT	TIEMPO TIPO		MOVILIZACION			TIEMPO ESTANDAR+ MOVILIZACION+ TRANS PREPARACION	TIEMPO ESTANDAR TOTAL	TIEMPO SGP	VARIAC. MIN	%		
	EE	MEER				MED	REDON	RETIRO DE MATERIAL	DISTRIBUCION DE MATERIAL	TRASLADO DE POSTE A POSTE							
0	ES041	ESD-1EP	REDON.	11	1	2,2	13,2	13	1,8057	1,469	1,05	0	17,32	18	25	-7	-26,00
0			REAL	8,8	1	1,76	10,56	11	1,5279	1,243	1,05	0	14,8209	15		-10	
0	ES042	ESD-2EP	REDON.	11	1	2,2	13,2	13	1,8057	1,469	1,05	0	17,32	18	27	-9	-33,33
0			REAL	8,7	1	1,74	10,44	10	1,389	1,13	1,05	0	13,569	14		-13	
0	ES043	ESD-3EP	REDON.	10	1	2	12	12	1,6668	1,356	1,05	0	16,07	17	32	-15	-46,88
0			REAL	8,2	1	1,64	9,84	10	1,389	1,13	1,05	0	13,569	14		-18	
0	ES044	ESD-4EP	REDON.	11	1	2,2	13,2	13	1,8057	1,469	1,05	0	17,32	18	34	-16	-47,06
0			REAL	9,4	1	1,88	11,28	11	1,5279	1,243	1,05	0	14,8209	15		-19	
0	ES045	ESD-5EP	REDON.	12	1	2,4	14,4	14	1,9446	1,582	1,05	0	18,58	19	36	-17	-47,22
0			REAL	10,1	1	2,02	12,12	12	1,6668	1,356	1,05	0	16,0728	17		-19	
0	2(ES041)	ESD-1EP+ESE-1EP	REDON.	11	1	2,2	13,2	13	1,8057	1,469	1,05	0	17,32	18	30	-12	-40,00
0			REAL	9,5	1	1,9	11,4	11	1,5279	1,243	1,05	0	14,8209	15		-15	
0	3(ES041)	2ESD-1EP+ESE-1EP	REDON.	15	1	3	18	18	2,5002	2,034	1,05	0	23,58	24	35	-11	-31,43
0			REAL	13,1	1	2,62	15,72	16	2,2224	1,808	1,05	0	21,0804	22		-13	
0	2ES041	ESD-1ED	REDON.	9	1	1,8	10,8	11	1,5279	1,243	1,05	0	14,82	15	28	-13	-46,43
0			REAL	6,5	1	1,3	7,8	8	1,1112	0,904	1,05	0	11,0652	12		-16	
0	2ES042	ESD-2ED	REDON.	11	1	2,2	13,2	13	1,8057	1,469	1,05	0	17,32	18	32	-14	-48,75
0			REAL	8,8	1	1,76	10,56	11	1,5279	1,243	1,05	0	14,8209	15		-17	
0	2ES043	ESD-3ED	REDON.	16	1	3,2	19,2	19	2,6391	2,147	1,05	0	24,84	25	40	-15	-37,50
0			REAL	13,4	1	2,68	16,08	16	2,2224	1,808	1,05	0	21,0804	22		-18	
0	2ES044	ESD-4ED	REDON.	20	1	4	24	24	3,3336	2,712	1,05	0	31,10	32	44	-12	-27,27
0			REAL	17,9	1	3,58	21,48	21	2,9169	2,373	1,05	0	27,3399	28		-16	
0	2ES045	ESD-5ED	REDON.	14	1	2,8	16,8	17	2,3613	1,921	1,05	0	22,33	23	48	-25	-52,08
0			REAL	12,5	1	2,5	15	15	2,0835	1,695	1,05	0	19,8285	20		-28	
0	ES043-V	ESD-3VP	REDON.	10	1	2	12	12	1,6668	1,356	1,05	0	16,07	17	37	-20	-54,05
0			REAL	8,8	1	1,76	10,56	11	1,5279	1,243	1,05	0	14,8209	15		-22	
0	ES044-V	ESD-4VP	REDON.	11	1	2,2	13,2	13	1,8057	1,469	1,05	0	17,32	18	39	-21	-53,85
0			REAL	10,1	1	2,02	12,12	12	1,6668	1,356	1,05	0	16,0728	17		-22	
0	ES045-V	ESD-5VP	REDON.	12	1	2,4	14,4	14	1,9446	1,582	1,05	0	18,58	19	41	-22	-53,66

Anexo 7 Tiempo estándar calculado para el ensamblaje de estructuras compuestas para sistemas de media tensión y su variación con el sistema actual, hoja 1 de 2.

# DE CRUC	ITEM		DATOS	TIEMPO DE ARMADO	CONCESION ES OIT	TIEMPO TIPO		RETOIRO DE MATERIAL	MOVILIZACION			PREPARACIÓN	TIEMPO ESTANDAR+ MOVILIZACION+ TRANS	TIEMPO ESTANDAR TOTAL	TIEMP SGP	VARIAC MIN	%
	EE	MEER				MED	REDON		DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL	TRASLADO DE POSTE A POSTE							
0	UP+UA	ESV-1CP+ESV-1BA	REDON.	14	2,688	16,688	17	2,3613	1,921	1,05	0	22,3323	23	40	-17	-42,5	
0			REAL	11,7	2,2464	13,95	14	1,94	1,582	1,05	0	18,58	19		-21		
0	UP+UR	ESV-1CP+ESV-1CR	REDON.	14	2,688	16,688	17	2,3613	1,921	1,05	0	22,3323	23	40	-17	-42,5	
0			REAL	11,7	2,2464	13,95	14	1,94	1,582	1,05	0	18,58	19		-21		
0	UP2+UA	ESV-1CA+ESV-1BA	REDON.	14	2,688	16,688	17	2,3613	1,921	1,05	0	22,3323	23	45	-22	-48,8889	
0			REAL	11,3	2,1696	13,47	13	1,81	1,469	1,05	0	17,32	18		-27		
0	UP2+UR	ESV-1CA+ESV-1CR	REDON.	16	3,072	19,072	19	2,6391	2,147	1,05	0	24,8361	25	45	-20	-44,4444	
0			REAL	13,3	2,5336	15,85	16	2,22	1,808	1,05	0	21,08	22		-23		
0	UA+UR	ESV-1BA+ESV-1CR	REDON.	13	2,496	15,496	15	2,0835	1,695	1,05	0	19,8285	20	43	-23	-53,4884	
0			REAL	12,1	2,3232	14,42	14	1,94	1,582	1,05	0	18,58	19		-24		
0	UR+UR	ESV-1CR+ESV-1CR	REDON.	18	3,456	21,456	21	2,9169	2,373	1,05	0	27,3399	28	43	-15	-34,8837	
0			REAL	15,1	2,8992	18,00	18	2,50	2,034	1,05	0	23,58	24		-19		
0	UR+UA2	ESV-1CR+ESV-1BD	REDON.	20	3,84	23,84	24	3,3336	2,712	1,05	0	31,0956	32	59	-27	-45,7627	
0			REAL	14,4	2,7948	17,16	17	2,36	1,921	1,05	0	22,33	23		-36		
0	UR2+UR	ESV-1CD+ESV-1CR	REDON.	21	4,032	25,032	25	3,4725	2,825	1,05	0	32,3475	33	63	-30	-47,619	
0			REAL	17,8	3,4176	21,22	21	2,92	2,373	1,05	0	27,34	28		-35		
0	UP+UR2	ESV-1CP+ESV-1BD	REDON.	20	3,84	23,84	24	3,3336	2,712	1,05	0	31,0956	32	50	-18	-36	
0			REAL	13,9	2,6688	16,57	17	2,36	1,921	1,05	0	22,33	23		-27		
0	UP2+UA2	ESV-1CA+ESV-1BD	REDON.	22	4,224	26,224	26	3,6114	2,938	1,05	0	33,5994	34	58	-24	-41,3793	
0			REAL	15,6	2,9952	18,60	19	2,64	2,147	1,05	0	24,84	25		-33		
4	RC+RC	ESV-3SR+ESV-3SR	REDON.	84	25,2	109,2	109	15,1401	12,317	1,05	28,2	165,7071	166	200	-34	-17	
4			REAL	78,1	23,43	101,53	102	14,17	11,526	1,05	28,2	156,94	157		-43		
1	CP+UR	ESV-3CP+ESV-1CR	REDON.	26	8,32	34,32	34	4,7226	3,842	1,05	7,05	50,6646	51	93	-42	-45,1613	
1			REAL	22,5	7,2	29,70	30	4,17	3,39	1,05	7,05	45,56	46		-47		
2	CP2+UR	ESV-3CA+ESV-1CR	REDON.	36	10,8	46,8	47	6,5283	5,311	1,05	14,1	73,9893	74	148	-74	-50	
2			REAL	32,3	9,69	41,99	42	5,83	4,746	1,05	14,1	67,73	68		-80		
2	CR+UR	ESV-3CR+ESV-1CR	REDON.	41	12,3	53,3	53	7,3617	5,989	1,05	14,1	81,5007	82	136	-54	-39,7059	
2			REAL	38,7	11,61	50,31	50	6,95	5,65	1,05	14,1	77,75	78		-58		
2	CR2+UR	ESV-3CD+ESV-1CR	REDON.	52	15,6	67,6	68	9,4452	7,684	1,05	14,1	100,2792	101	163	-62	-38,0368	
2			REAL	46,4	13,92	60,32	60	8,33	6,78	1,05	14,1	90,26	91		-72		
1	VP+UR	ESV-3VP+ESV-1CR	REDON.	32	10,24	42,24	42	5,8338	4,746	1,05	7,05	60,6798	61	93	-32	-34,4086	
1			REAL	26,6	8,512	35,11	35	4,86	3,955	1,05	7,05	51,92	52		-41		
2	VP2+UR	ESV-3VA+ESV-1CR	REDON.	44	13,2	57,2	57	7,9173	6,441	1,05	14,1	86,5083	87	153	-66	-43,1373	
2			REAL	40,4	12,12	52,52	53	7,36	5,989	1,05	14,1	81,50	82		-71		
2	VR+UR	ESV-3VR+ESV-1CR	REDON.	41	12,3	53,3	53	7,3617	5,989	1,05	14,1	81,5007	82	138	-56	-40,5797	
2			REAL	36,4	10,92	47,32	47	6,53	5,311	1,05	14,1	73,99	74		-64		
0	BA+UR	ESV-3BA+ESV-1CR	REDON.	23	4,416	27,416	27	3,7503	3,051	1,05	0	34,8513	35	77	-42	-54,5455	
0			REAL	20,4	3,9168	24,32	24	3,33	2,712	1,05	0	31,10	32		-45		
0	BR+UR	ESV-3BR+ESV-1CR	REDON.	18	3,456	21,456	21	2,9169	2,373	1,05	0	27,3399	28	77	-49	-63,6364	
0			REAL	16,2	3,1104	19,31	19	2,64	2,147	1,05	0	24,84	25		-52		
0	BA2+UR	ESV-3BD+ESV-1CR	REDON.	35	6,72	41,72	42	5,8338	4,746	1,05	0	53,6298	54	126	-72	-57,1429	
0			REAL	31,7	6,0864	37,79	38	5,28	4,294	1,05	0	48,62	49		-77		
1	SC+UR	ESV-3SP+ESV-1CR	REDON.	26	8,32	34,32	34	4,7226	3,842	1,05	7,05	50,6646	51	88	-37	-42,0455	
1			REAL	22,2	7,104	29,30	29	4,03	3,277	1,05	7,05	44,41	45		-43		
2	AC+UR	ESV-3SA+ESV-1CR	REDON.	44	13,2	57,2	57	7,9173	6,441	1,05	14,1	86,5083	87	143	-56	-39,1608	
2			REAL	40,4	12,12	52,52	53	7,36	5,989	1,05	14,1	81,50	82		-61		

Anexo 7 Tiempo estándar calculado para el ensamblaje de estructuras compuestas para sistemas de media tensión y su variación con el sistema actual, hoja 2 de 2

TIEMPO ESTANDAR DE ESTRUCTURAS COMPUESTAS EN MEDIA TENSIÓN																
# DE CRUC	ITEM	DATOS	TIEMPO DE ARMADO	CONCESIONES OIT	TIEMPO TIPO			RETO DE MATERIAL	MOVILIZACION			TIEMPO ESTANDAR+ MOVILIZACION+ TRANS	TIEMPO ESTANDAR TOTAL	TIEMPO SGP	VARIAC. MIN	%
					IMEE	REDON	REDON		DISTRIBUCION DE N DE MATERIAL	TRASLADO DE POSTE A	PREPARACION N					
2	RRC + UR	REDON.	38	1	11,4	49,4	49	6,8061	5,537	1,05	14,1	76,4931	77	148	-71	-47,972973
2	RC + UR	REAL	33,7	1	10,1	43,81	44	6,11	4,97	1,05	14,1	70,23	71		-77	
2	RC + UR	REDON.	48	1	14,4	62,4	62	8,6118	7,006	1,05	14,1	92,7978	93	128	-35	-27,34375
2	CP + ZUR	REAL	43,6	1	13,1	56,68	57	7,92	6,44	1,05	14,1	86,51	87		-41	
1	CP + ZUR	REDON.	28	1	8,96	36,96	37	5,1393	4,181	1,05	7,05	54,203	55	108	-53	-49,0740741
2	CP2 + ZUR	REAL	23,9	1	7,6	31,548	32	4,44	3,62	1,05	7,05	48,16	49		-59	
2	CP2 + ZUR	REDON.	40	1	12	52	52	7,2228	5,876	1,05	14,1	80,2688	81	163	-82	-50,3067485
2	CR + ZUR	REAL	34,2	1	10,3	44,46	44	6,11	4,97	1,05	14,1	70,23	71		-92	
2	CR + ZUR	REDON.	42,1	1	12,6	54,73	55	7,64	6,22	1,05	14,1	84,00	85		-66	
2	CR2 + ZUR	REAL	56	1	16,8	72,8	73	10,1397	8,249	1,05	14,1	106,5387	107	178	-71	-39,8876404
2	CR2 + ZUR	REDON.	49,7	1	14,9	64,61	65	9,03	7,35	1,05	14,1	96,52	97		-81	
0	BA + ZUR	REAL	27	1	5,184	32,184	32	4,448	3,616	1,05	0	41,1108	42	92	-50	-54,3478261
0	BA + ZUR	REDON.	23,8	1	4,6	28,3666	28	3,89	3,16	1,05	0	36,10	37		-55	
0	BR + ZUR	REAL	22	1	4,224	26,224	26	3,6114	2,938	1,05	0	33,594	34	92	-58	-63,0434783
0	BR + ZUR	REDON.	19,1	1	3,7	22,7672	23	3,19	2,60	1,05	0	29,94	30		-62	
0	BA2 + ZUR	REAL	39	1	7,488	46,488	46	6,3804	5,198	1,05	0	58,6374	59	141	-82	-58,1560284
0	BA2 + ZUR	REDON.	35,1	1	6,7	41,8392	42	5,83	4,75	1,05	0	53,63	54		-87	
3	CP + CR	REAL	61	1	18,3	79,3	79	10,9731	8,927	1,05	21,15	121,1001	122	165	-43	-26,0606061
3	CP + CR	REDON.	57,1	1	17,1	74,23	74	10,28	8,36	1,05	21,15	114,84	115		-50	
4	CP2 + CR	REAL	67	1	20,1	87,1	87	12,0843	9,831	1,05	28,2	138,1653	139	220	-81	-36,8181818
4	CP2 + CR	REDON.	61,7	1	18,5	80,21	80	11,11	9,04	1,05	28,2	129,40	130		-90	
4	CR + RC	REAL	78	1	23,4	101,4	101	14,0289	11,413	1,05	28,2	155,6299	156	213	-57	-26,7605634
4	CR + RC	REDON.	74,4	1	22,3	96,72	97	13,47	10,96	1,05	28,2	150,68	151		-62	
4	CR2 + CR	REAL	81	1	24,3	105,3	105	14,5845	11,865	1,05	28,2	160,6995	161	235	-74	-31,4893617
4	CR2 + CR	REDON.	75,2	1	22,6	97,76	98	13,61	11,07	1,05	28,2	151,94	152		-83	
3	VP + RC	REAL	72	1	21,6	93,6	94	13,0566	10,622	1,05	21,15	139,8786	140	160	-20	-12,5
3	VP + RC	REDON.	64,2	1	19,3	83,46	83	11,53	9,38	1,05	21,15	126,11	127		-33	
4	VP2 + RC	REAL	0	0	0	0	0	0	0	1,05	28,2	29,25	30	220	0	0
4	VP2 + RC	REDON.	0	0	0	0	0	0	0	1,05	28,2	29,25	30			
4	VR2 + RC	REAL	95	1	28,5	123,5	124	17,2236	14,012	1,05	28,2	184,4856	185	220	-35	-15,9090909
4	VR2 + RC	REDON.	89,1	1	26,7	115,83	116	16,11	13,11	1,05	28,2	174,47	175		-45	
4	VR + RC	REAL	79	1	23,7	102,7	103	14,3067	11,659	1,05	28,2	158,9597	159	210	-51	-24,2857143
4	VR + RC	REDON.	71,9	1	21,6	93,47	93	12,92	10,51	1,05	28,2	145,68	146		-64	
3	SC + RC	REAL	67	1	20,1	87,1	87	12,0843	9,831	1,05	21,15	131,1153	132	160	-28	-17,5
3	SC + RC	REDON.	60,7	1	18,2	78,91	79	10,97	8,93	1,05	21,15	121,10	122		-38	
4	AC + CR	REAL	77	1	23,1	100,1	100	13,89	11,3	1,05	28,2	154,44	155	215	-60	-27,9069767
4	AC + CR	REDON.	73,3	1	22,0	95,29	95	13,20	10,74	1,05	28,2	148,18	149		-66	
4	RRC + RC	REAL	80	1	24	104	104	14,4456	11,752	1,05	28,2	159,4476	160	220	-60	-27,2727273
4	RRC + RC	REDON.	74,5	1	22,4	96,85	97	13,47	10,96	1,05	28,2	150,68	151		-69	
4	CR + CR	REAL	72	1	21,6	93,6	94	13,0566	10,622	1,05	28,2	146,9286	147	200	-53	-26,5
4	CR + CR	REDON.	68,9	1	20,7	89,57	90	12,50	10,17	1,05	28,2	141,92	142		-58	
0	BA + BR	REAL	28	1	5,376	33,376	33	4,5887	3,729	1,05	0	42,327	43	99	-56	-56,5656566
0	BA + BR	REDON.	25,9	1	5,0	30,8728	31	4,31	3,50	1,05	0	39,86	40		-84	
0	BA2 + BR	REAL	42	1	8,064	50,064	50	6,945	5,65	1,05	0	63,645	64	148	-84	-56,7507568
0	BA2 + BR	REDON.	38,9	1	7,5	46,3688	46	6,39	5,20	1,05	0	58,64	59		-89	



Anexo 8 Tiempo estándar calculado para el ensamblaje de estructuras compuestas para sistemas de baja tensión y su variación con el sistema actual

# DE CRUC	ITEM	DATOS	TIEMPO DE ARMAJO	E	CONCESION ES OIT	TIEMPO TIPO	MOVILIZACION			PREPARACION	TIEMPO ESTANDAR+ MOVILIZACION+ TRANS	TIEMPO ESTANDAR TOTAL	TIEMPO SGP	VARIAC. MIN	%		
							RETIRO DE MATERIAL	DISTRIBUCION DE MATERIAL	TRASLADO DE POSTE A POSTE								
0	2(E5041)	ESD-1ED+ESD-1ED	REDON.	12	1	2,4	14,4	14	1,946	1,882	1,05	0	18,58	19	36	-17	-47,22
0			REAL	99	1	1,98	11,88	12	1,668	1,356	1,05	0	16,0728	17		-19	
0	3(E5041)	SE-1ED+ESD-1ED+ESD-1E	REDON.	15	1	3	18	18	2,502	2,04	1,05	0	23,58	24	44	-20	-45,45
0			REAL	12,3	1	2,46	14,76	15	2,085	1,695	1,05	0	19,8285	20		-24	
0	S041+ES04	ESD-1ER+ESD-2ER	REDON.	14	1	2,8	16,8	17	2,3613	1,921	1,05	0	22,33	23	30	-7	-23,33
0			REAL	10,5	1	2,1	12,6	13	1,8057	1,469	1,05	0	17,3247	18		-12	
0	S041+ES04	ESD-1ER+ESD-3ER	REDON.	13	1	2,6	15,6	16	2,224	1,808	1,05	0	21,08	22	35	-13	-37,14
0			REAL	10,9	1	2,18	13,08	13	1,8057	1,469	1,05	0	17,3247	18		-17	
0	S041+ES04	ESD-1ER+ESD-4ER	REDON.	17	1	3,4	20,4	20	2,778	2,26	1,05	0	26,09	27	37	-10	-27,03
0			REAL	14,6	1	2,92	17,52	18	2,502	2,034	1,05	0	23,5842	24		-13	
0	S041+ES04	ESD-1ER+ESD-5ER	REDON.	15	1	3	18	18	2,502	2,034	1,05	0	23,58	24	39	-15	-38,46
0			REAL	12,4	1	2,48	14,88	15	2,085	1,695	1,05	0	19,8285	20		-19	
0	S042+ES04	ESD-2ER+ESD-3ER	REDON.	17	1	3,4	20,4	20	2,778	2,26	1,05	0	26,09	27	37	-10	-27,03
0			REAL	14,6	1	2,92	17,52	18	2,502	2,034	1,05	0	23,5842	24		-13	
0	S042+ES04	ESD-2ER+ESD-4ER	REDON.	19	1	3,8	22,8	23	3,1947	2,599	1,05	0	29,84	30	39	-9	-23,08
0			REAL	15,9	1	3,18	19,08	19	2,6391	2,147	1,05	0	24,8361	25		-14	
0	S042+ES04	ESD-2ER+ESD-5ER	REDON.	19	1	3,8	22,8	23	3,1947	2,599	1,05	0	29,84	30	41	-11	-26,83
0			REAL	16,9	1	3,38	20,28	20	2,778	2,26	1,05	0	26,088	27		-14	
0	S043+ES04	ESD-3ER+ESD-4ER	REDON.	17	1	3,4	20,4	20	2,778	2,26	1,05	0	26,09	27	44	-17	-38,64
0			REAL	15,4	1	3,08	18,48	18	2,502	2,034	1,05	0	23,5842	24		-20	
0	S043+ES04	ESD-3ER+ESD-5ER	REDON.	17	1	3,4	20,4	20	2,778	2,26	1,05	0	26,09	27	46	-19	-41,30
0			REAL	15,2	1	3,04	18,24	18	2,502	2,034	1,05	0	23,5842	24		-22	
0	S044+ES04	ESD-4ER+ESD-5ER	REDON.	18	1	3,6	21,6	22	3,0558	2,486	1,05	0	28,59	29	48	-19	-39,58
0			REAL	16,3	1	3,26	19,56	20	2,778	2,26	1,05	0	26,088	27		-21	
0	D41+2(ES040)	1ER+(ESE-1ER+ESD-1E)	REDON.	12	1	2,4	14,4	14	1,946	1,882	1,05	0	18,58	19	33	-14	-42,42
0			REAL	10,2	1	2,04	12,24	12	1,668	1,356	1,05	0	16,0728	17		-16	
0	D41+3(ES04R)	(ESE-1ER+ESD-1ER+ES)	REAL	19	1	3,8	22,8	23	3,1947	2,599	1,05	0	29,84	30	38	-8	-21,05
0			REAL	16,9	1	3,38	20,28	20	2,778	2,26	1,05	0	26,088	27		-11	
0	D42+2(ES040)	2ER+(ESE-1ER+ESD-1E)	REDON.	14	1	2,8	16,8	17	2,3613	1,921	1,05	0	22,33	23	35	-12	-34,29
0			REAL	12,8	1	2,56	15,36	15	2,085	1,695	1,05	0	19,8285	20		-15	
0	D42+3(ES04R)	(ESE-1ER+ESD-1ER+ES)	REDON.	20	1	4	24	24	3,3336	2,712	1,05	0	31,10	32	40	-8	-20,00
0			REAL	17,8	1	3,56	21,36	21	2,9169	2,373	1,05	0	27,3399	28		-12	
0	D43+2(ES040)	3ER+(ESE-1ER+ESD-1E)	REDON.	14	1	2,8	16,8	17	2,3613	1,921	1,05	0	22,33	23	40	-17	-42,50
0			REAL	11,3	1	2,26	13,56	14	1,946	1,882	1,05	0	18,5766	19		-21	
0	D43+3(ES04R)	(ESE-1ER+ESD-1ER+ES)	REDON.	20	1	4	24	24	3,3336	2,712	1,05	0	31,10	32	45	-13	-28,89
0			REAL	18,3	1	3,66	21,96	22	3,0558	2,486	1,05	0	28,5918	29		-16	
0	D43+3(ES04R)	(ESE-1ER+ESD-1E)	REDON.	19	1	3,8	22,8	23	3,1947	2,599	1,05	0	29,84	30	41	-11	-26,83
0			REAL	17,1	1	3,42	20,52	21	2,9169	2,373	1,05	0	27,3399	28		-13	