

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SUBCONTRATACIÓN DE MICROEMPRESAS  
COMO HERRAMIENTA OPERATIVA Y SU INCIDENCIA EN LOS  
INDICADORES DE CALIDAD PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS DENTRO DEL MUNICIPIO DE  
GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA 2014 - 2016**

**ING. EDGAR AMÉRICO SANTIZO CHAVARRÍA**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**"ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SUBCONTRATACIÓN DE  
MICROEMPRESAS COMO HERRAMIENTA OPERATIVA Y SU  
INCIDENCIA EN LOS INDICADORES DE CALIDAD PARA PROYECTOS  
DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS  
DENTRO DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE  
GUATEMALA 2014 - 2016"**

**Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el Normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en el punto séptimo inciso 7.2 del acta 5-2005 de la sesión celebrada el veintidós de febrero de 2005, actualizado y aprobado por Junta Directiva en el numeral 6.1 punto SEXTO del acta 15-2009 de la sesión celebrada 14 de julio de 2009.**

**Asesor**

**MSc. ABELARDO MEDINA BERMEJO**

**Autor:**

**ING. EDGAR AMÉRICO SANTIZO CHAVARRÍA**

**GUATEMALA, FEBRERO DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA**

Decano	Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero	Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal Segundo	MSc. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal Tercero	Vacante
Vocal Cuarto	Br. CC.LL. Silvia María Oviedo Zacarías
Vocal Quinto	P.C. Omar Oswaldo García Matzuy

**JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ**  
**EL EXAMEN GENERAL DE TESIS SEGÚN**  
**EL ACTA CORRESPONDIENTE**

Presidente:	MSc. José Ramón Lam Ortiz
Secretario:	MSc. Hugo Romero Arriaza Morales
Vocal I:	Dr. Edelberto Cifuentes Medina

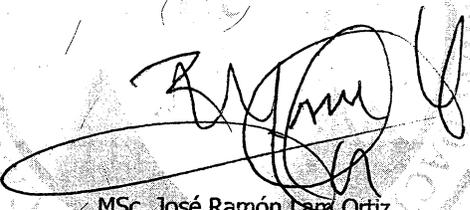
ACTA/EP No. 0549

## ACTA No. 42-2018

En el Salón No. 3 del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el 29 de octubre de 2018, a las 18:00 horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Ingeniero Mecánico Industrial **Edgar Américo Santizo Chavarría**, carné No. **200815487**, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado **"ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SUBCONTRATACIÓN DE MICROEMPRESAS COMO HERRAMIENTA OPERATIVA Y SU INCIDENCIA EN LOS INDICADORES DE CALIDAD PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS, EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, PERÍODO 2014-2016"**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de 84 puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 15 días calendario.

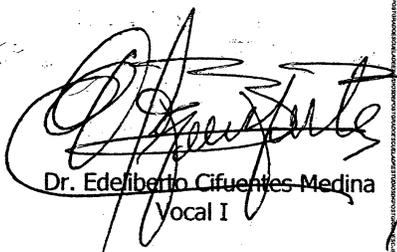
En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los veintinueve días del mes de octubre del año dos mil dieciocho.



MSc. José Ramón Carr Ortiz  
Presidente



MSc. Hugo Romero Amaza Morales  
Secretario



Dr. Edelberto Cifuentes Medina  
Vocal I



Ing. Edgar Américo Santizo Chavarría  
Postulante



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

## ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Edgar Américo Santizo Chavarría, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 10 de noviembre de 2018.

(f)

MSc. José Ramón Lam Ortiz  
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE  
CIENCIAS ECONÓMICAS  
Edificio "s-8"  
Ciudad Universitaria, Zona 12  
Guatemala, Centroamérica

J.D-TG. No. 0036-2019  
Guatemala, 22 Enero de 2019

Estudiante  
Edgar Américo Santizo Chavarría  
Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estudiante:

Para su conocimiento y efectos le transcribo el Punto Quinto, inciso 5.1, subinciso 5.1.1 del Acta 29-2018, de la sesión celebrada por Junta Directiva el 26 de noviembre de 2018, que en su parte conducente dice:

**"QUINTO: ASUNTOS ESTUDIANTILES**

5.1 Graduaciones

5.1.1 Elaboración y Examen de Tesis

Se tienen a la vista providencias y oficios de las Direcciones de Escuela de Contaduría Pública y Auditoría y de Estudios de Postgrado; documentos en los que se informa que los estudiantes que se listan a continuación, aprobaron el Examen de Tesis, por lo que se trasladan las Actas de los Jurados Examinadores de Tesis y expedientes académicos.

Junta Directiva acuerda: 1º. Aprobar las Actas de los Jurados Examinadores de Tesis. 2º. Autorizar la impresión de tesis y la graduación a los siguientes estudiantes:

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos

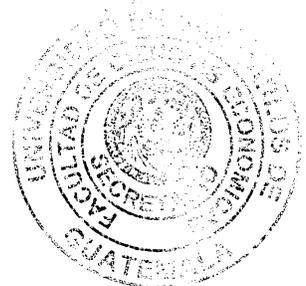
Edgar Américo Santizo Chavarría	200815487	ANÁLISIS TÉCNICO DE LA SUBCONTRATACIÓN DE MICROEMPRESAS COMO HERRAMIENTA OPERATIVA Y SU INCIDENCIA EN LOS INDICADORES DE CALIDAD PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS, EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, PERÍODO 2014-2016
------------------------------------	-----------	---

3o. Manifestar a los estudiantes que se les fija un plazo no mayor de seis meses para su graduación".

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES  
SECRETARIO



m.ch



## CONTENIDO

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	iii
1. ANTECEDENTES.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. REDES ELÉCTRICAS.....	10
2.2. CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS.....	11
2.3. SUBCONTRATACIÓN.....	14
2.4. CALIDAD.....	15
2.5. MICROEMPRESA.....	17
2.6. INDICADORES.....	19
2.7. RENDIMIENTOS MARGINALES DECRECIENTES.....	20
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1. HIPÓTESIS Y ESPECIFICACIÓN DE VARIABLES.....	21
3.2. DISEÑO.....	22
3.3. OBJETO DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	22
3.5. UNIVERSO Y MUESTRA.....	23
3.6. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.....	25
3.7. PROCEDIMIENTO.....	26
3.8. TÉCNICAS.....	27
4. CONDICIONES OPERATIVAS DE LAS MICROEMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS...	29
4.1. DISPONIBILIDAD DE HERRAMIENTA Y EQUIPO.....	30

4.2.	VEHÍCULOS DE TRABAJO.....	31
4.3.	SISTEMAS DE CONTRATACIÓN .....	34
4.4.	JORNADAS, DESCANSOS Y VACACIONES .....	35
4.5.	ESPECIALIDAD DEL TRABAJO .....	40
4.6.	CARACTERIZACIÓN GENERAL.....	42
5.	CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA DE LAS MICROEMPRESAS.....	44
5.1.	EXTENSIONES DE LÍNEAS.....	47
5.2.	MEJORAS A LA RED .....	50
5.3.	REDES PRIVADAS.....	51
5.4.	AVERÍAS .....	53
5.5.	VARIANTES DE RED .....	55
5.6.	ÓRDENES PREVENTIVAS .....	57
5.7.	ALUMBRADO PÚBLICO.....	59
6.	MEDICIÓN DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS .....	61
6.1.	CUMPLIMIENTO DE NORMA CONSTRUCTIVA (N).....	61
6.2.	CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE SEGURIDAD.....	62
6.3.	TEMPORALIDAD DE EJECUCIÓN .....	63
6.4.	GESTIÓN DE MATERIALES .....	64
6.5.	INTEGRACIÓN DE INDICADORES .....	65
7.	INCIDENCIA DE LA SUBCONTRATACIÓN DE MICROEMPRESAS SOBRE LOS INDICADORES DE CALIDAD.....	69
7.1.	SUBCONTRATACIÓN VS CUMPLIMIENTO DE NORMA....	76
7.2.	SUBCONTRATACIÓN VS CUMPLIMIENTO DE SEGURIDAD.....	78
7.3.	SUBCONTRATACIÓN VS TEMPORALIDAD .....	80

7.4.	SUBCONTRATACIÓN VS GESTIÓN DE MATERIALES.....	81
8.	MODELO DE CALIDAD INTEGRADO Y SU VALIDACIÓN INFERENCIAL.....	84
8.1.	ANÁLISIS INFERENCIAL DE LA REGRESIÓN .....	87
8.2.	CONTRASTE DE HIPÓTESIS.....	92
9.	CONCLUSIONES .....	95
10.	RECOMENDACIONES.....	96
11.	FUENTES.....	98
12.	ANEXOS.....	102
	ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	115
	FIGURAS .....	115
	TABLAS .....	116

## RESUMEN

A continuación se presenta un extracto de lo más relevantes de la presente investigación, se incluye: planteamiento del problema, metodología, principales resultados y conclusiones.

El problema radica en que se desconoce el impacto que la subcontratación de microempresas tenga sobre los indicadores de calidad para la construcción y mantenimiento de redes eléctricas, por tanto el planteamiento de dicho problema se abordará estableciendo objetivo general, la pregunta problema, la respuesta tentativa a la pregunta problema (hipótesis) y la justificación.

Como objetivo general, se pretende determinar si existe incidencia entre la subcontratación de microempresas sobre los indicadores de calidad en el sector de construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

La pregunta problema asociada al objetivo establece: ¿Cómo incide subcontratación de microempresas en los resultados de indicadores de calidad para construcción y mantenimiento de redes eléctricas?

La hipótesis como respuesta tentativa a la pregunta planteada establece: Existe una relación inversa entre la utilización de microempresas subcontratadas y los resultados de los indicadores de calidad de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

La justificación del trabajo en términos amplios consiste en que al desconocer si los indicadores de calidad son afectados no es posible determinar niveles de cumplimiento de normas constructivas, seguridad ocupacional, gestión de materiales y la temporalidad. Esto incide en aspectos de mayor problemática tales como la estabilidad misma de la red, fatalidades como consecuencia de prácticas

inseguras de trabajo, faltantes de inventario de material, e incluso penalizaciones en tiempos de servicio por construcción y mantenimiento.

La metodología utilizada para el cumplimiento de dicho objetivo consistió en establecer una muestra representativa de la cual se extrajo el nivel de subcontratación utilizada en términos porcentuales como variable independiente y el valor de la integración de los indicadores de calidad como variable dependiente también en términos porcentuales, y se realizó una regresión mediante mínimos cuadrados para generar un modelo.

El modelo resultante permite medir el efecto de la subcontratación utilizada sobre la calidad. La información para generar dicho modelo se extrajo tanto de auditorías e inspecciones de campo como en los registros de subcontratación de la empresa constructora.

En base a los resultados se comprueba la hipótesis planteada, ya que se determinó que el nivel de calidad general se reduce en función del incremento de subcontratación utilizada, lo cual puede entenderse como la existencia de una relación inversamente proporcional entre la calidad de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas y la subcontratación de microempresas utilizada.

El modelo de que describe dicho fenómeno es:

$$C = -0.6603S + 0.8252$$

De dicho modelo puede establecerse que el 97.5% ( $R^2 = 0.975$ ) de la variación de la calidad en construcción y mantenimiento de redes es un efecto del uso de la subcontratación de microempresas y esa la reducción de calidad por subcontratación es del orden de 66.03% con un nivel de calidad sin incluir la subcontratación es de 82.52%

## INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan los puntos más importantes respecto al análisis técnico del uso de la subcontratación de microempresas como herramienta operativa y su incidencia en los resultados de los indicadores de calidad para proyectos de construcción y mantenimiento de redes eléctricas dentro del municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala periodo 2014 – 2016.

A manera de antecedente puede establecerse que la subcontratación, como estrategia de negocios, “se inició desde el año 1989, como resultado de los procesos de re ingeniería los cuales estaban enfocados a especializar la tarea.”<sup>1</sup>

Dentro de este contexto, la privatización de la empresa distribuidora de energía eléctrica en 1998 dió origen a la separación de funciones mediante varias empresas corporativas dedicadas a diferentes líneas de negocio del mercado eléctrico como lo son: generación, distribución, transporte, comercialización.

Dentro de la empresa de distribución, el departamento de construcción fue constituido una empresa constructora (Enérgica S.A.). La empresa constructora que se formó mantuvo el sistema de funcionamiento heredado de la empresa eléctrica estatal (pacto colectivo, sueldos y salarios, políticas de pago, jornadas etc.) razón por la cual acarrea un costo operativo e ineficiencias muy altas. Como medida paliativa a dichas ineficiencias se generaron microempresas dedicadas a construcción y mantenimiento de redes bajo exclusividad de servicios<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Alemán, D. (2 de Mayo de 2017). La subcontratación como estrategia de negocios. Venezuela: Publicaciones Urbe. Obtenido de <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/forumhumanes/article/viewArticle/3268/4712>

<sup>2</sup> El funcionamiento descrito con alto costo operativo e ineficiencias, es decir, heredado de la distribuidora estatal, fue observado dentro del desarrollo de funciones supervisión y coordinación de proyectos dentro de la empresa constructora durante un periodo de 4 años

Mediante el presente análisis se pretende establecer que impacto tiene el uso de dichas microempresas generadas desde dentro de la empresa constructora, sobre la calidad en proyectos de construcción y mantenimiento de redes, entendiendo la calidad como el cumplimiento de cuatro indicadores básicos, como lo son el cumplimiento de la norma, el trabajo seguro, temporalidad de ejecución,

El problema a resolver consiste en que se desconoce el impacto que el uso de la subcontratación de microempresas tenga sobre los resultados de los indicadores de calidad para la construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

Esto incide en aspectos de mayor problemática tales como la estabilidad misma de la red, fatalidades como consecuencia de prácticas inseguras de trabajo, faltantes de inventario de material, e incluso penalizaciones en tiempos de servicio por construcción y mantenimiento.

La investigación se justifica ya que al desconocer si los resultados de los indicadores de calidad son afectados no es posible determinar niveles de cumplimiento de normas constructivas, seguridad ocupacional, gestión de materiales y la temporalidad

De forma adicional conlleva la resolución de un problema práctico intrínseco a la prestación de servicios, es decir, se probará si la subcontratación utilizada es eficiente y en qué medida es efectivo dentro de los parámetros de calidad analizados. Es decir, se aborda el uso de la subcontratación como herramienta operativa, y dentro de ese contexto, aplica el análisis para la prestación de todo tipo de proyectos dentro del sector de servicios, siendo este de utilidad tanto a la empresa de distribución como a las microempresas evaluadas.

De igual manera se contribuye a la aplicación de las técnicas de evaluación de proveedores mediante criterios múltiples, cuya aplicación se encontraba limitada a

las industrias de manufactura debido a la condicionante de criterios de evaluación que no aplican para servicios.

La hipótesis a comprobar establece: Existe una relación inversa entre la utilización de microempresas subcontratadas y los resultados de los indicadores de calidad de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

Dicha hipótesis surge como resultado de que debido a la ampliación de la capacidad de atención de trabajos que representan las microempresas y estas ser instituciones separadas ajenas a los mecanismos de control de la empresa contratante se amplía la posibilidad de cometer errores.

Los objetivos planteados establecen:

#### GENERAL

Determinar si existe correlación entre la cantidad subcontratación de microempresas utilizadas sobre los resultados de los indicadores de calidad en el sector de construcción y mantenimiento de redes eléctricas

#### ESPECÍFICOS

- a. Determinar cómo son las condiciones operativas actuales de las microempresas de construcción y mantenimiento de redes eléctricas.
- b. Caracterizar la demanda para las microempresas subcontratadas
- c. Definir indicadores de calidad para proyectos de construcción y redes eléctricas
- d. Establecer un sistema para la medición de calidad respecto al uso de microempresas en construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

Por último se presentan los puntos más relevantes correspondientes a cada capítulo hasta las conclusiones y recomendaciones.

El capítulo "Condiciones Operativas de las microempresas de construcción y mantenimiento de redes eléctricas" muestra el resultado de una encuesta realizada a las 45 microempresas activas actualmente en donde se midió su capacidad de respuesta ante una eventualidad en la red según sus condiciones de disponibilidad de herramienta y equipo, vehículos de trabajo, especialización etc.

El capítulo "Caracterización de la demanda de las microempresas" detalla la cantidad de trabajo asignado por microempresa así como la distribución del mismo y en qué forma se miden los indicadores de calidad para cada tipo de trabajo.

El capítulo "Medición de la calidad en Construcción y Mantenimiento de redes eléctricas", se proponen los indicadores con los que se medirán los indicadores y se calcula el modelo de integración.

El capítulo siete "Incidencia del uso subcontratación de microempresas sobre los resultados indicadores de calidad" se mide la incidencia de la subcontratación sobre cada indicador de forma separada mediante modelo de regresión.

El capítulo ocho "Modelo de calidad integrado y su validación" aplica los indicadores calculados y modelo calculado en el capítulo cuatro a la información de la muestra. Para la validez del mismo se realiza la prueba inferencial del análisis de varianzas.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones respecto a los objetivos planteados así como la conclusión general que establece la comprobación de la hipótesis.

## 1. ANTECEDENTES

Durante el siglo XIX y XX, pocas compañías en Europa y Estados Unidos subcontrataban procesos en el volumen con que se realiza en la actualidad. “Esto se debía principalmente a la manera como las empresas eran percibidas: instituciones verticalmente integradas, en constante competencia con todas las demás.”<sup>3</sup>

La especialización de la tarea cambió paulatinamente dicho escenario, ya que, al focalizar sus esfuerzos y recursos en ciertos sectores de la economía, las empresas empezaron (organizadas como instituciones verticales) a carecer de la experiencia sobre el manejo de ciertos servicios que otras empresas podrían ofrecer, es decir, “se creó un escenario donde se establecía una relación cliente-proveedor”. (Martínez Parra, 2000, pág. 153)

La subcontratación, como estrategia de negocios, “se inició desde el año 1989, como resultado de los procesos de re ingeniería los cuales estaban enfocados a especializar la tarea.”<sup>4</sup>

Respecto a la incidencia de la subcontratación en la calidad (Salazar, 2012) establece que mediante la subcontratación, “se crean empresas especializadas, lo cual incrementa la calidad de servicio ya que tiene un giro de negocio específico” (pág. 12). En este caso es que analiza la incidencia en formación de empresas en una relación causal similar a la que se pretende establecer a nivel de indicadores de calidad, es decir, encuentra una relación directa entre el nivel de especialización y la formación de empresas.

---

<sup>3</sup> ADV in Sourcing. (2 de Mayo de 2017). Historia de la Subcontratacion. Colombia. Obtenido de <http://adv.co/historia-del-outsourcing-más-allá-de-la-sub-contratación/>

<sup>4</sup> Alemán, D. (2 de Mayo de 2017). La subcontratacion como estrategia de negocios. Venezuela: Publicaciones Urbe. Obtenido de <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/forumhumanes/article/viewArticle/3268/4712>

Dentro del aspecto de la evaluación de proveedores o la evaluación de la subcontratación (Sarache, 2004) define que “un sistema de evaluación en base a criterios múltiples permite generar un indicador de calidad así como un medio de verificación objetivos aplicables a cualquier tercerización de servicios” (pág. 221), se propone un modelo de evaluación el cual depende de la integración de indicadores independientes con ponderaciones varias.

A nivel regional estudios sobre la subcontratación han buscado evidenciar el impacto que esta llega a tener sobre el nivel de especialización de la tarea el cual establece como la calificación del trabajador, bajo esa perspectiva (Garcia, 1999) afirma “El cambio comparativo que se da en los sistemas de capacitación y la división palpable que se maneja dentro de los trabajadores de contratación fija y los trabajadores subcontratados, siendo significativamente más compleja a trabajadores fijos aunque se tiende a desarrollar menor especialización de tarea” (pág. 6)

Para este caso en concreto, la relación cliente proveedor descrito se da a nivel de un cliente macro cuya especialización es el manejo de las redes eléctricas (tanto de distribución como de transporte) y el proveedor está constituido por microempresas que prestan el servicio de construcción y mantenimiento.

A nivel estrictamente del ámbito guatemalteco, existen antecedentes sobre la necesidad de la regulación de la relación laboral de la tercerización así como diferenciar entre subcontratación y el outsourcing, y sus diferencias prácticas, para tal propósito (Villatoro Alfaro, 2012) afirma que “la definición del marco legal bajo el cual es posible la subcontratación de empresas más pequeñas con el mismo nivel de especialización pero con diferentes condiciones laborales.” (pág. 37).

Dentro de este contexto, la privatización de la empresa distribuidora de energía eléctrica en 1998 dio origen a la separación de funciones mediante varias empresas

corporativas dedicadas a diferentes líneas de negocio del mercado eléctrico como lo son: generación, distribución, transporte, comercialización.

Dentro de la empresa de distribución, el departamento de construcción fue constituido una empresa constructora. La empresa constructora que se formó mantuvo el sistema de funcionamiento heredado de la empresa eléctrica estatal (pacto colectivo, sueldos y salarios, políticas de pago, jornadas etc.) razón por la cual acarrea un costo operativo e ineficiencias muy altas.<sup>5</sup>

En busca de la eficiencia operativa y como respuesta a dichas características de funcionamiento heredadas la empresa constructora ha optado como estrategia la subcontratación en base al auto emprendimiento, es decir, se brinda facilidades a los trabajadores existentes para la formación de microempresas que utilicen el nombre corporativo bajo exclusividad de servicios.<sup>6</sup>

Sumado a eso, se establecen también las incidencias legales que pueden tener la subcontratación de servicios y la definición legal de los fenómenos de exclusividad de servicios, esto último, es particularmente relevante para la presente investigación, ya que las microempresas sujetas a estudio de impacto en calidad, cuentan con contratos de exclusividad con la distribuidora.

---

<sup>5</sup> El funcionamiento descrito con alto costo operativo e ineficiencias, es decir, heredado de la distribuidora estatal, fue observado dentro del desarrollo de funciones supervisión y coordinación de proyectos dentro de la empresa constructora durante un periodo de 4 años

<sup>6</sup> Al materializarse el auto emprendimiento no se realizó ningún estudio de factibilidad formal por lo que no hay respaldo de ninguna herramienta de formulación para la formación de este tipo de microempresas

## 2. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan el conjunto de conceptos que explican los elementos que está introduciendo en la investigación y las relaciones que se dan entre ellos.

### 2.1. REDES ELÉCTRICAS

La red eléctrica se define como “el conjunto o parte de la instalación que permite la distribución de energía al usuario final” (Empresa Electrica de Guatemala, 2000, pág. 18)

Básicamente consiste en el conjunto de equipos e infraestructura que mediante la correcta disposición e instalación permiten el aprovechamiento de la energía eléctrica a través de la integración de las áreas de energía eléctrica (generación, transporte y distribución)

Como medio de suministro, la red eléctrica “comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección” (Gonzalez, 2013, pág. 33)

Los tipos de redes varían con respecto a su voltaje la clasificación general establece: “Red de Baja Tensión: redes que se energizan hasta un potencial de 1000 voltios, red de Media Tensión: redes que operan hasta 60 mil voltios, red de Alta Tensión: redes que operan arriba de 60 mil voltios” (Comision Nacional de Energia Electrica, 2000, pág. 21)

Estas se clasifican básicamente respecto al voltaje de media alta y baja tensión. El diseño o tipo de instalación no varía los niveles de voltaje a operar ni las medidas de seguridad pertinentes.

La clasificación de redes puede operar respecto a su voltaje, siendo estas: “baja tensión (circuitos secundarios), media tensión (circuitos primarios) y alta tensión (línea de transmisión)” (Empresa Electrica de Guatemala, 1996, pág. 42)

## **2.2. CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS**

A continuación se presentan los aspectos más relevantes respecto a los conceptos de construcción y mantenimiento de redes eléctricas, así como sus definiciones generales, aspectos particulares y específicos y la interpretación con la que se tratará.

### **2.2.1. CONSTRUCCIÓN**

La construcción dentro del sector eléctrico se define como la disposición de un “conjunto de circuitos eléctricos que, colocados en un lugar específico, tienen como objetivo un uso específico. Incluye los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes” (Empresa Electrica de Guatemala, 2016, pág. 17)

Por lo tanto constituye las acciones realizadas para establecer un conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para el funcionamiento y operación del sistema eléctrico. A su vez implica “diseño y creación de infraestructura propia para la distribución de energía eléctrica” (Empresa Electrica de Guatemala, 1996, pág. 33)

Esta surge como resultado de que la construcción dentro del ámbito eléctrico está suscrita a la creación y ampliación de la infraestructura de la red. La construcción de redes eléctricas se considera como la disposición de infraestructura propia para el funcionamiento apropiado de la red.

La definición de construcción considerada responde a la creación de infraestructura que permita el aprovechamiento de la energía eléctrica, para el caso investigado en concreto la construcción se dividirá para el caso del distribuidor y del transportista.

Para la distribuidora la construcción básicamente abarca 2 casos: la necesidad de infraestructura dentro de la franja de los 200 metros, la cual según el reglamento de la CNEE debe “ser construida sin costo para el cliente por el distribuidor y la mejora de sus circuitos principales o interconexión de los mismos.” (Comision Nacional de Energia Electrica, 2000, pág. 55)

### **2.2.2. MANTENIMIENTO**

El mantenimiento se define como “... conjunto de procedimientos y actividades que persiguen en evitar la ocurrencia de fallas en las máquinas o los equipos del proceso” (Ramírez, 2010, pág. 13)

Para el de las redes eléctricas dentro de la ciudad capital, el mantenimiento puede definirse como todas las acciones correctivas, preventivas y de recaudación que se realicen en las redes eléctricas.

Dentro de la “Guía práctica para montaje y mantenimiento de equipo” (Monroy Peralta, 2005) afirma que la clasificación formal para los tipos de mantenimiento en general responde a:

- a. Correctivo: Es un mantenimiento simple, que consiste en reparar la avería producida y es aplicable a equipos que permiten la interrupción operativa en cualquier momento, sin importar el tiempo de interrupción y sin afectar la seguridad del personal o bienes.

- b. Programado: Este método se basa en tener un programa de acción por falla de fiabilidad ocasional para un equipo determinado y en la oportunidad de detención.
- c. Preventivo: Se realiza retirando la máquina o equipo del servicio operativo para realizar inspecciones y sustituir (o no) componentes de acuerdo a una programación planificada y organizada con antelación.
- d. Predictivo: Este tipo de mantenimiento, permite un adecuado control por la mayor frecuencia de inspecciones estando la máquina o equipo en funcionamiento, que es la forma adecuada de obtener datos concretos para el fin determinado de solucionar fallas. (págs. 8-12)

El mantenimiento eléctrico se define como “el conjunto de acciones encaminadas al buen funcionamiento de una red eléctrica” (Empresa Electrica de Guatemala, 1996, pág. 21)

Buena parte de la clasificación usual de mantenimiento se origina de conceptos de ingeniería mecánica tales como la prevención y la corrección, la aplicación de dichos conceptos al mantenimiento eléctrico origina el mantenimiento eléctrico a nivel preventivo y correctivo como nueva clasificación.

Las acciones de mantenimiento aplicadas a una red eléctrica tendrán la misma naturaleza de la aplicación general del mantenimiento tal como prevención, corrección y actividades programadas.

### 2.3. SUBCONTRATACIÓN

La subcontratación es un proceso empresarial mediante el cual una sociedad transfiere la responsabilidad de sus tareas externas a otra sociedad especializada en esa tarea.

La empresa subcontratada es aquella que mediante un acuerdo con otra empresa (a la que suele llamarse contratante o cliente) lleva a cabo la realización de determinadas actividades y servicios. El modo en el que esta relación comercial se desarrolla suele estar definido previamente mediante un contrato.

Según establece (Sánchez, 2016), las principales ventajas de la subcontratación son:

- a. Costes: una compañía subcontratada tiene la capacidad de ofrecer unos precios menores a lo que le costaría a la empresa que solicita sus servicios si lo hiciera por su cuenta.
- b. Este tipo de ventaja aparece por diversas razones, como por haber desarrollado economías de escala o cierto grado de especialización
- c. Flexibilidad de volumen: en ciertas ocasiones existen cambios en el mercado y la demanda de un producto o servicio aumenta.
- d. Flexibilidad de proceso: llevar a cabo subcontratación permite a las empresas elegir entre varias opciones, por lo que las empresas subcontratadas buscan mejorar sus procesos y sus recursos con el objetivo de distinguirse del resto y crecer mejorando sus factores productivos.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Sánchez, J. (21 de Mayo de 2016). Ventajas de Subcontratación. Colombia. Obtenido de Obtenido de Economipedia: <http://economipedia.com/definiciones/subcontratacion.html>

En la investigación sobre la incidencia de la subcontratación de microempresas sobre los indicadores de calidad para construcción y mantenimiento de redes eléctricas, se entenderá por subcontratación la asignación de cualquier trabajo concerniente a las redes eléctricas (distribución o transporte), indiferente si es construcción o es mantenimiento, a una microempresa o a cualquier sociedad que no esté constituida por personal operativo fijo, es decir, que tenga relación contractual laboral con la constructora o distribuidora.

#### **2.4. CALIDAD**

La definición internacional de calidad la establece como "... la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinente" (International Standards Organization, 2015, pág. 7)

La calidad será valuada como la integración de 4 factores, estos son:

- a. La construcción o mantenimiento según norma, esto se refiere al nivel de "concordancia respecto a la conformación de la instalación con respecto a la normativa técnica de distribución." (Empresa Electrica de Guatemala, 1996, pág. 65)

Para esta investigación en particular, debido a que el cumplimiento de la normativa de construcción únicamente puede evaluarse en su totalidad, es decir, no puede cumplir únicamente una parte de la norma, la evaluación será dicotómica, es decir cumple con el normativo o no. Por lo que la relación del mismo será la razón de la cantidad de instalaciones realizadas que cumplen la normativa respecto al total de instalaciones realizadas en determinado período.

- b. El trabajo seguro, “refiriéndose al análisis de riesgo previo y durante el trabajo respecto a aspectos mecánicos, eléctricos y externos” (Occupational Health and Safety Assessment Series, 2013, pág. 24)

Al igual que el caso anterior, el cumplimiento debe ser completo para considerarse apropiado, por lo que se evaluará en las microempresas que se cumpla con el análisis previo del trabajo así como los resultados de las auditorías de trabajo seguro. El indicador para la medición de trabajo seguro consistirá en la relación entre la cantidad de trabajos evaluados y los trabajos en los que se cumplió el procedimiento de análisis de riesgo.

- c. Trabajo en tiempo, uso efectivo del tiempo para cada asignación según los permisos de trabajo e intervención en la red (Empresa Electrica de Guatemala, 2000, pág. 90)

Cada una de las asignaciones realizadas tiene un tiempo valido de ejecución, es decir, se permite la manipulación de la red en un periodo estipulado. Para este caso en concreto, nuevamente se considerará como factor de cumplimiento o no cumplimiento, en caso en que la microempresa cumpla o no la asignación en el tiempo asignado.

El indicador de cumplimiento estará en función del total de asignaciones realizadas en tiempo en relación a la cantidad de asignaciones totales.

- d. Gestión de materiales, se entenderá como “traslado y devolución de material nuevo no utilizado y material usado retirado de la instalación existente.” (Empresa Electrica de Guatemala - Empresa Constructora de Lineas (Energica SA), 2013, pág. 13)

Cada uno de los anteriores aspectos, será medido en base a indicadores, dichos indicadores serán integrados a un índice de calidad, el cual será cuantificado y representará la variable dependiente.

Por lo tanto, para la investigación de la incidencia de las microempresas sobre la calidad de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas, la calidad está en función de:

$$C = F(+N, +S, +T, +M)$$

Siendo las respectivas variables:

N: cumplimiento de norma constructiva

S: trabajo seguro

T: tiempo o temporalidad de ejecución

M: gestión de materiales.

## **2.5. MICROEMPRESA**

Desde la perspectiva de tamaño empresaria una microempresa se define como “una empresa de tamaño pequeño. Su definición varía de acuerdo a cada país, aunque, en general, puede decirse que una microempresa cuenta con un máximo de veinte empleados y una facturación acotada.”<sup>8</sup>

Una microempresa será considerada como aquella que surja de un nivel de emprendimiento que normalmente sea objeto de subcontratación por empresas de la misma línea de negocios pero con mayor capital.

A nivel de la economía guatemalteca una microempresa se define como aquella con un “número menor de 10 trabajadores” (Ministerio de Economía. (2016). Programa

---

<sup>8</sup> Pérez Porto, J. (5 de Agosto de 2017). Definicion Parametro. España. Obtenido de <https://definicion.de/micro-empresa/>

Nacional de la Microempresas. Guatemala: Gobierno de Guatemala Obtenido de <http://www.mineco.gob.gt/programa-nacional-de-la-microempresa>)

Sin embargo dependiendo de la naturaleza de la empresa y criterio de valuación, dicha clasificación puede variar respondiendo mayoritariamente a la siguiente clasificación:

Tabla I. Clasificación de Medianas y Pequeñas Empresas

Criterio	Micro	Pequeña	Mediana
NO. De Empleados			
MINECO	1-10	11-25	26-60
CIG	1-5	6-50	51-100
BCIE	1-10	11-40	41-60
Activos			
AGEXPORT		Menos de Q500,000	Hasta Q1200000

Fuente: (Montenegro Galindo, 2015, pág. 4)<sup>9</sup>

La definición de microempresa parte de la variante del Ministerio de Economía en la cual la clasificación se da en función del número de empleados, las microempresas de construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

Dada la variación de los criterios para la clasificación del micro pequeñas y medianas empresas, se tomará como base la clasificación del MINECO como marco referencial.

---

<sup>9</sup> Las abreviaturas se detallan a continuación:  
MINECO, Ministerio de Economía  
CIG, Cámara de Industria de Guatemala  
BCIE, Banco Centroamericano de Integración Económica  
AGEXPORT, Asociación Guatemalteca de Exportadores

## 2.6. INDICADORES

Dentro del desarrollo de esta investigación se entenderá un indicador como "... un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad." (Universidad de Granada, 2007, pág. 1)

La utilidad de los indicadores es que permiten mostrar los puntos problemáticos del proceso y nos ayudarán a caracterizarlos, comprenderlos y confirmarlos, para este caso los indicadores constituirán (N) cumplimiento de norma constructiva, (S), trabajo seguro, (T), tiempo o temporalidad de ejecución, (M) gestión de materiales.

Un indicador debe estar unido a la definición de objetivos a alcanzar. El indicador "es una medida cuantitativa del desempeño, que se vuelve relevante en función de la representatividad del mismo y del objetivo al que esté relacionado, para este caso en concreto que el objetivo es el de alcanzar la máxima calidad posible." (Universidad de Granada, 2007, pág. 2)

De acuerdo (Universidad de Granada, 2007), existen básicamente 4 tipos de indicadores, estos son:

- a. Indicadores de cumplimiento: teniendo en cuenta que cumplir tiene que ver con la conclusión de una tarea. Los indicadores de cumplimiento están relacionados con los ratios que nos indican el grado de consecución de tareas y/o trabajos.
- b. Indicadores de evaluación: La evaluación tiene que ver con el rendimiento que obtenemos de una tarea, trabajo o proceso. Los indicadores de evaluación están relacionados con los ratios y/o los métodos que nos ayudan a identificar nuestras fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora.

- c. Indicadores de eficiencia: establece la capacidad para llevar a cabo un trabajo o una tarea con el mínimo gasto de recurso.
- d. Indicadores de eficacia: Teniendo en cuenta que eficaz tiene que ver con hacer efectivo un intento o propósito, es decir el cumplimiento de un objetivo. (pág. 2)

Para este caso en concreto, básicamente se consideran indicadores de cumplimiento lo constituirán el cumplimiento de la norma y del trabajo seguro,(N, S) mientras que indicadores de eficiencia la devolución de materiales y la temporalidad (M,T) constituyen indicadores de eficiencia.

## **2.7. RENDIMIENTOS MARGINALES DECRECIENTES**

La ley de rendimientos decrecientes es un concepto económico "que muestra la disminución de un producto o de un servicio a medida que se añaden factores productivos"<sup>10</sup>

Es decir, incrementar la cantidad de un factor productivo en la producción del bien o servicio en cuestión, provoca que el rendimiento de la producción sea menor a medida que incrementamos este factor.

Para este caso en concreto, la aplicación de la ley de rendimientos marginales se materializa tomando como factor de producción a las microempresas (es decir, un tipo de mano de obra o trabajo) en donde a medida que se incrementen el nivel de producción decremente y a nivel interno de las microempresas la misma cantidad de trabajo se divide en todas las microempresas activas generando menos ingreso para estas ya que buscan bajar sus costos para ser competitivas.

---

<sup>10</sup> Economipedia. (6 de Noviembre de 2011). Rendimiento Marginal. España. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/ley-de-rendimientos-decrecientes.html>

### **3. METODOLOGÍA**

A continuación se plantea la metodología utilizada para establecer la incidencia de la subcontratación de microempresas sobre la calidad de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

#### **3.1. HIPÓTESIS Y ESPECIFICACIÓN DE VARIABLES**

A continuación se plantea la hipótesis y la relación de variables que la conforman.

##### **HIPÓTESIS**

Existe una relación inversa entre la utilización de microempresas subcontratadas y los resultados de los indicadores de calidad de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

Dicha hipótesis surge como resultado de la ampliación a la capacidad de atención de trabajos que representan las microempresas y que estas son instituciones separadas y ajenas a los mecanismos de control de la empresa contratante se amplía la posibilidad de cometer errores y por tanto se espera que en función del aumento de la subcontratación bajen los indicadores de calidad.

Como respaldo a la hipótesis planteada se dan las condiciones de la contratación respecto a precio, es decir, se tiende a subcontratar a la microempresa más barata ya que las empresas mejor calificadas tienden a ser más caras, por lo que se ven obligadas a mejorar sus costos para hacerse competitivas.

##### **VARIABLES**

Variable independiente: subcontratación de microempresas

Variable dependiente: Indicadores de calidad en construcción y mantenimiento de redes eléctricas.

### **3.2. DISEÑO**

El diseño utilizado para la presente investigación responde a: no experimental, transeccional, ya que analiza el periodo de 2012 a 2016 y correlacional ya que mide la relación de causa - efecto entre las variables de la población estudiada, es decir, se mide el impacto de la subcontratación de microempresas sobre los indicadores de calidad.

### **3.3. OBJETO DE INVESTIGACIÓN**

El objeto de investigación lo constituyen las 45 microempresas activas, para las cuales se establecerán condiciones de operación y parámetros de subcontratación.

La subcontratación se tratará como la asignación de cualquier trabajo concerniente a las redes eléctricas, indiferente si es construcción o es mantenimiento, a una microempresa o a cualquier sociedad que no esté constituida por personal operativo fijo, es decir, que tenga relación contractual laboral con la constructora o distribuidora.

### **3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS**

La unidad de análisis para la presente investigación está constituida por la red eléctrica de distribución del municipio de Guatemala, dicha red en forma general opera en líneas trifásicas a 13.8Kv y 60hz (7.6Kv monofásico y 120/240 secundario), en detalle para la zona metropolitana está conformada por:

Tabla II. Activos de red Ciudad de Guatemala

<b>Activo</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>
Líneas de 13.8kV (circuitos principales)	Kilómetro	8,072.90
Postes	Unidad	303,404
Bancos de capacitadores	Unidad	274
Seccionadores	Unidad	1,804
Pararrayos	Unidad	19,350
Reguladores de voltaje	Unidad	19
Transformadores	Kilómetro	70,197
Líneas de baja tensión	Unidad	8,488,7

Fuente: Elaboración propia con información de Informe Anual EEGSA 2017

Los datos recabados corresponden a las órdenes de trabajo en redes eléctricas con participación de microempresas sobre la red descrita dentro del municipio de Guatemala, Departamento de Guatemala en el periodo 2012 a 2016.

Como ampliación a la unidad de análisis puede mencionarse que el municipio de Guatemala limita al norte con Chinautla y San Pedro Ayampuc; al sur con Santa Catarina Pinula y San Miguel Petapa; al este con Palencia y al oeste con Mixco, todos municipios del departamento de Guatemala.

Su división política responde a: 19 zonas municipales, cada una de ellas con sus respectivos barrios y colonias, 15 aldeas y 18 caseríos.

### **3.5. UNIVERSO Y MUESTRA**

El universo (población) está constituido por todas las órdenes de redes eléctricas que fueron atendidas con participación de 45 microempresas en el periodo de 2012-2016 dentro de la ciudad de Guatemala, para propósitos estadísticos será tratado como población finita y conocida.

Tabla III. Población: Ordenes atendidas con participación de microempresas por especialidad para el período 2012-2016

Especialidad	2012	2013	2014	2015	2016
Extensiones de líneas	8918	8968	9029	9093	8950
Mejoras a red existente	3038	3019	2970	3003	3003
Redes privadas	474	566	466	412	435
Averías	28753	28863	28821	28778	28714
Variantes de red	1415	1461	1502	1596	1418
Órdenes preventivas	738	804	769	734	733
Alumbrado público	1403	1409	1433	1463	1421

Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación Enérgica SA

La muestra fue resultado de un procedimiento de muestreo estratificado con un nivel de confianza de 99.99 ( $Z=2.575$ ) con un Error de variabilidad de 1000 unidades puntuales (0.004%), bajo las condiciones de población finita y conocida.

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{(N-1)E^2 + z^2\sigma^2}$$

Tabla IV. Elementos de muestra por tipo de trabajo

Especialidad	Año				
	2012	2013	2014	2015	2016
Extensiones de líneas	25	25	25	26	25
Mejoras a red existente	9	9	9	9	9
Redes Privadas	2	2	2	2	2
Averías	80	80	80	80	80
Variantes de red	4	5	5	5	4
Ordenes Preventivas	3	3	3	3	3
Alumbrado Público	4	4	4	5	4

Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación Enérgica SA

Por motivos de aproximación y sesgo la muestra final está constituida por 640 elementos.

### 3.6. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

Los instrumento de medición están conformado por indicadores propuestos (N, S, T,M), para la recopilación de información para los mismos se utilizaron los formatos de cumplimiento de norma (N), análisis de trabajo seguro (S), temporalidad permitida de ejecución (T) y gestión de materiales (M)

Para la muestra de los formatos, referirse a la sección de Anexos.

A continuación se presenta el procedimiento de cálculo para cada indicador.

N: cumplimiento de norma constructiva

$$n = 1 - \frac{H_n}{N}$$

En donde “H” representa los hallazgos de incumplimiento o inconformidades y N representa la cantidad de evaluaciones totales.

S: trabajo seguro

$$s = 1 - \frac{H_s}{N}$$

Al igual que el caso anterior “H<sub>s</sub>”, representa la cantidad de hallazgos respecto al total de evaluaciones realizadas.

T: tiempo o temporalidad de ejecución

Esto se generaliza como como un condicional de la forma

$$Si t \leq tiempo establecido \rightarrow t = 1$$

*Si  $t > tiempo\ establecido \rightarrow t = 0$*

“t”, representa la cantidad de hallazgos respecto al total de evaluaciones realizadas de forma directo, no como el complemento.

M: gestión de materiales.

$$m = \frac{H_m}{N}$$

“H<sub>m</sub>”, representa la cantidad de hallazgos respecto al total de evaluaciones realizadas de forma directa.

### **3.7. PROCEDIMIENTO**

Con el objetivo de comprobar la hipótesis planteada se procedió a calcular un tamaño de muestra bajo condiciones de confiabilidad y error descritas, resultando un tamaño de muestra de 640 elementos.

Dichos 640 elementos fueron distribuidos de forma proporcional en el año y especialidad de estudio siguiendo el principio de muestreo por estratos. De los elementos seleccionados se extrajo la participación porcentual de la microempresa, lo cual constituye la variable independiente y posteriormente se calculó cada indicador por separado.

Los cuatro indicadores en forma porcentual (N, S, M, T) se ingresaron al modelo de integración de calidad generado para unificar una variable dependiente la cual fue asociada mediante la técnica de regresión lineal al nivel de subcontratación.

El resultado de la regresión lineal establece la incidencia de la subcontratación sobre la calidad, los datos resultantes al tratarse de un modelo, fueron validados inferencialmente mediante la técnica de análisis de varianzas.

### **3.8. TÉCNICAS**

Las principales técnicas a empleadas son:

- a. Muestreo estadístico, esta técnica se utilizó para determinar tanto el tamaño de muestra como la condición de cada microempresa
- b. Encuestas, dicho instrumento se empleó para determinar las características de cada microempresa.
- c. Entrevistas, dicho instrumento se empleó para conocer el funcionamiento operativo de cada microempresa
- d. Diseño de indicadores, para los indicadores de calidad separados se utilizó un método de cálculo distinto que permitiera su ponderación en escala 0-100 y que permitiera un conteo objetivo de las no conformidades por indicador.
- e. Maximización mediante métodos numéricos, la técnica de maximización se utilizó para establecer una ponderación entre los diferentes indicadores para una función de calidad general. Esto se realizó mediante el paquete "Solver" incluido en el Microsoft Excel.
- f. Regresión lineal, ya diseñada la función objetivo de calidad general que integrara todos los indicadores se procedió a realizar una regresión entre el nivel de subcontratación y el resultante de calidad por proyecto seleccionado, para establecer la relación entre dichas variables (calidad vs subcontratación) se

realizó un procedimiento de regresión mediante el método de mínimos cuadrados.

- g. Inferencia estadística, concretamente el análisis de variabilidad (ANOVA) se utilizaron para validar la regresión calculada entre la calidad y la subcontratación.

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 4. CONDICIONES OPERATIVAS DE LAS MICROEMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS

Con el objetivo de determinar bajo qué condiciones operativas se desempeña las microempresas de construcción y mantenimiento de redes eléctricas se realizó una encuesta bajo las siguientes premisas:

- a. Debido a que el total de microempresas dentro de la Ciudad de Guatemala es de 45 unidades no se realizó procedimiento de muestreo, es decir, los datos de la encuesta fueron levantados a la totalidad de microempresas.
- b. Ya que se encuestó la totalidad de las microempresas “n” el tamaño de muestra es equivalente a “N” tamaño poblacional, por lo cual la inferencia es general sin necesidad de terminar niveles de confianza
- c. Se medirán cinco condiciones operativas, estas fueron seleccionadas con base al manual técnico del liniero y “son utilizadas para medir la capacidad de respuesta respecto a una eventualidad en la red” (Empresa Electrica de Guatemala, 1996, pág. 67). Estos son disponibilidad de herramienta y equipo, vehículos de trabajo, sistemas de contratación, jornadas, descansos y vacaciones, especialidad del trabajo.
- d. Para determinar la validez de las respuestas, estas fueron validadas mediante las auditorías de herramienta y equipo así como los registros documentales de cada microempresa. Los formatos para la evaluación se muestran dentro de la sección de anexos.

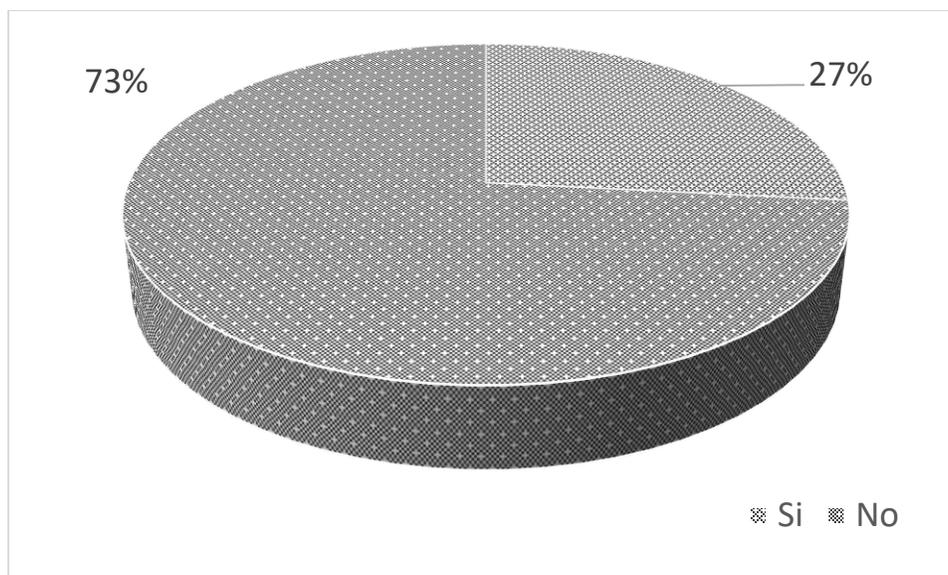
#### 4.1. DISPONIBILIDAD DE HERRAMIENTA Y EQUIPO

En su forma más general la disponibilidad se considera como una medida que indica la existencia de equipo o herramienta respecto de la duración total. Es decir, se considera como “disponible” si cuenta con la herramienta y equipo completo para la naturaleza de cada microempresa.

En función de los requerimientos de equipo y herramienta específicos se consideran 3 tipos de unidad para cada microempresa, estos son: camiones canasta, camiones linieros y vehículos de averías. Cada uno de los anteriores tiene un requerimiento distinto de herramienta y equipo.

Al ser consultados sobre la disponibilidad de herramienta y equipo dentro de sus unidades, la totalidad de las microempresas manifestaron que contaban con equipo y herramienta completa, mediante las auditorías realizadas fue posible determinar que únicamente el 27% (12 empresas) cuenta con lo requerido por el contratante.

Figura 1. Disponibilidad de Herramienta y Equipo



Fuente: Elaboración propia con base en auditorías de campo marzo 2017

Cabe mencionar que el porcentaje mostrado fue calculado en base a totalidad de equipo y herramienta sin considerar criterios de criticidad, es decir, no se priorizó el equipo ni la herramienta por niveles de importancia.

#### 4.2. VEHÍCULOS DE TRABAJO

En un caso similar al de la herramienta y equipo de trabajo los vehículos son clasificados en función de la especialidad del mismo, siendo estos camiones de canasta, camiones linieros y pick ups de averías.

Los camiones de canasta son aquellos que sobre el chasis cuentan con una grúa articulada aislada, su principal función es la de realizar maniobras con líneas energizadas (hasta 13.8 kilovoltios para este caso).

Figura 2. Camión canasta



Fuente: Auditorias de trabajo seguro septiembre 2016 Enérgica S.A.,

Los camiones linieros son aquellos que cuentan con una grúa telescópica y pueden tener equipo de perforación de agujeros o durmientes para traslado de postes, su principal función es la de construcción de líneas aunque al contar con canasta aislada puede realizar maniobras en tensión.

Figura 3. Camión liniero



Fuente: Auditorias de trabajo seguro septiembre 2016 Enérgica S.A.,

Los vehículos de averías son vehículos livianos que cuentan con equipamiento básico para trabajo en líneas energizadas, normalmente son la primera línea de atención para emergencias en baja tensión y son encargados de realizar maniobras de apertura y cierre para líneas de media tensión.

Figura 4. Vehículo de averías

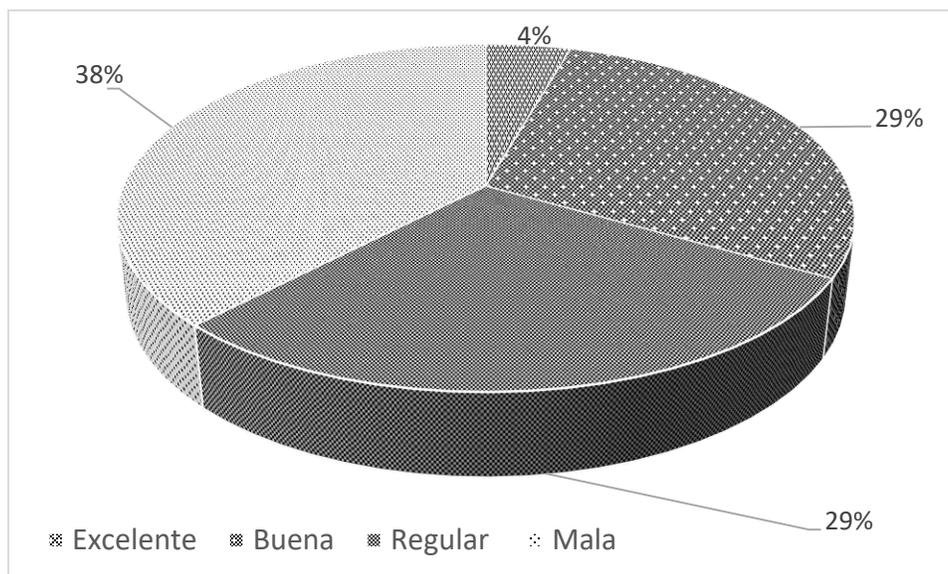


Fuente: Auditorias de trabajo seguro septiembre 2016 Enérgica S.A.,

La encuesta dirigida muestra como resultado una auto calificación subjetiva de cada microempresa sobre la condición de su vehículo (la totalidad de microempresas manifestaron que sus vehículos estaban en buenas condiciones), por lo que se procedió a realizar la validación respectiva en base a las auditorías realizadas.

Para determinar el cumplimiento o no de la misma se toma como base la lista de chequeo de las inspecciones y condición de las mismas en el cual se da una ponderación con respecto a ciertos aspectos de la constitución del vehículo y genera una clasificación de constitución: Excelente, Buena, Regular y Mala.

Figura 5. Condición de los vehículos de trabajo



Fuente: Elaboración propia con en base auditorias de campo marzo 2017

En función de la encuesta y los ajustes realizados se determinó que el 38% de los vehículos de las microempresas están en mala condición, 28.8 % están en regular y 28.8 % en aceptable para un bajo nivel de 4.4% en excelente condición.

### 4.3. SISTEMAS DE CONTRATACIÓN

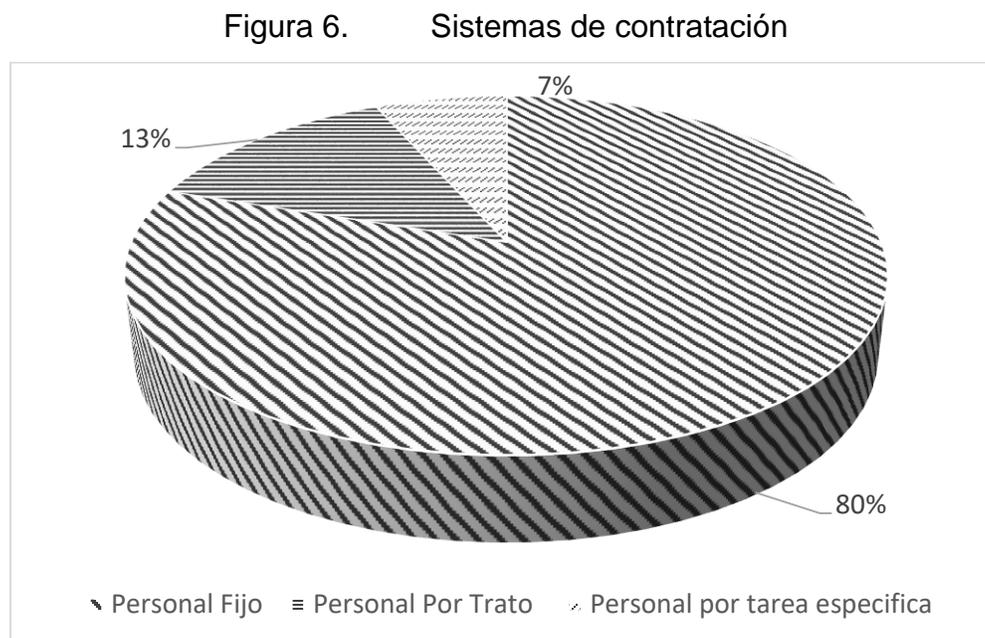
La legislación guatemalteca dentro del Código de Trabajo contempla 3 tipos de contratación, estos son:

“a) por tiempo indefinido, cuando no se especifica fecha para su terminación;

b) a plazo fijo, cuando se especifica fecha para su terminación o cuando se ha previsto el acaecimiento de algún hecho o circunstancias como la conclusión de una obra, que forzosamente ha de poner término a la relación de trabajo. En este segundo caso, se debe tomar en cuenta la actividad del trabajador en sí mismo como objeto del contrato, y no el resultado de la obra; y

c) para obra determinada, cuando se ajusta globalmente o en forma alzada el precio de los servicios del trabajador desde que se inician las labores hasta que éstas concluyan, tomando en cuenta el resultado del trabajo, o sea la obra realizada.” (Codigo de trabajo, 1995, art. 25)

Para el caso de la microempresas analizadas, estas recrean los mismos modelos legales en cuanto a su personal de líneas.



Fuente: Elaboración propia con en base auditorias de campo marzo 2017

En función de los datos recabados puede establecerse que el 80% de las microempresas operan con personal fijo, 13% con personal por trato y el restante 7% con personal por tarea específica.

#### 4.4. JORNADAS, DESCANSOS Y VACACIONES

La medición de jornadas descansos y vacaciones para una microempresa de construcción y mantenimiento de redes eléctricas es relevante debido a que pueden

de forma directa o indirecta incidir en algunos de los cuatro parámetros definidos para la integración de calidad  $Q = F(\text{Norma, Tiempo, Seguridad, Materiales})$ . Dicha incidencia se manifiesta principalmente en los parámetros de tiempo y de seguridad.

El tiempo puede verse afectado en función de que la microempresa puede llegar a comprometer a todo su personal y verse sin disponibilidad, por otro lado la seguridad puede verse afectada en función de la sobre extensión de la jornada de trabajo que pueda llegar a incrementar la accidentabilidad principalmente para trabajos en tensión.

## JORNADAS

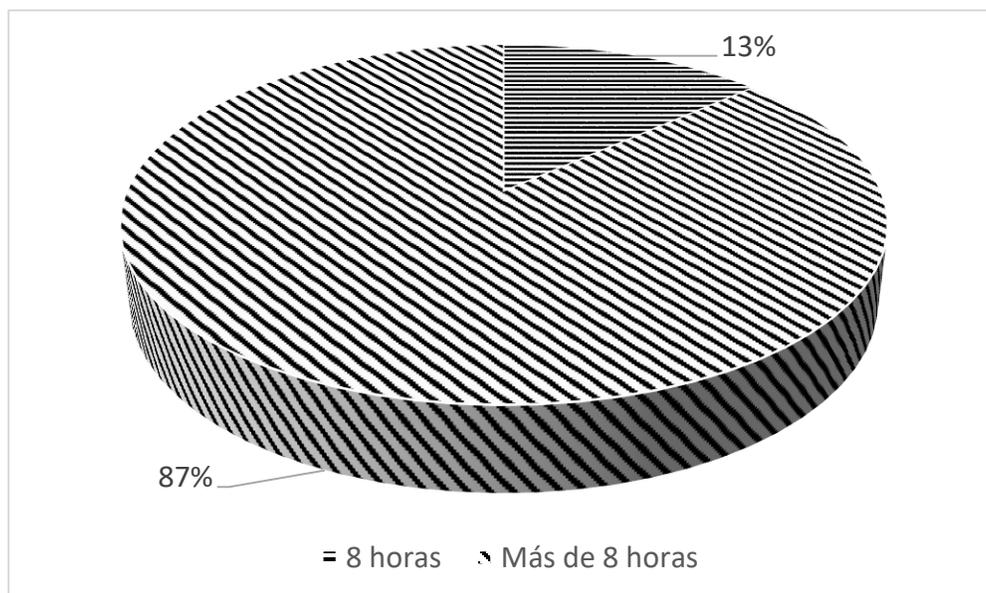
Respecto a las jornadas de trabajo la legislación guatemalteca la define como tiempo de trabajo efectivo es decir, es "...aquel en que el trabajador permanezca a las órdenes del patrono." (Codigo de trabajo, 1995, art. 116).

De igual manera se estipulan 3 tipos de jornada, estas son:

"La jornada ordinaria de trabajo efectivo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y ocho horas a la semana. La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno no puede ser mayor de seis horas diarias, ni exceder de un total de treinta y seis horas a la semana. La jornada ordinaria de trabajo efectivo mixto no puede ser mayor de siete horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y dos horas a la semana." (Codigo de trabajo, 1995, art. 116)

Para el caso de las microempresas consultadas el 87% tienen jornadas de más de 8 horas dentro de la jornada diurna, razón por la cual incurren en tiempo extraordinario.

Figura 7. Tiempo efectivo de trabajo



Fuente: Elaboración propia con base en auditorias de campo marzo 2017

El 13% restantes se limitan a las 8 horas efectivas, razón por la cual es posible considerar sistemas de turnos o rotación de personal.

## DESCANSOS Y TAMAÑO DE MICROEMPRESAS

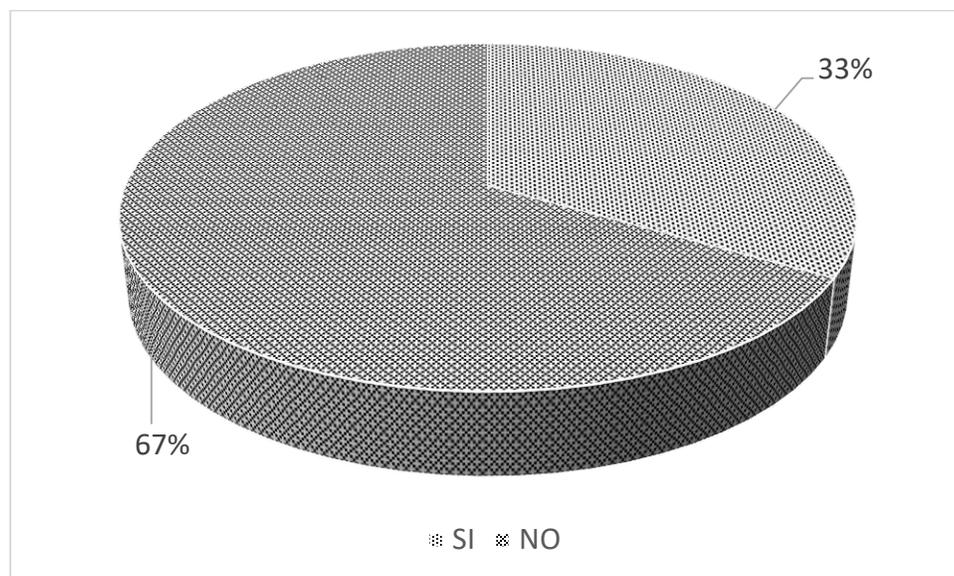
Los descansos también son regulados en la legislación laboral, estableciendo el código de trabajo lo siguiente: "Todo trabajador tiene derecho a disfrutar de un día de descanso remunerado después de cada semana de trabajo. La semana se computará de cinco a seis días según costumbre en la empresa o centro de trabajo." (Codigo de trabajo, 1995, art. 126)

Debido a la disponibilidad necesaria por el tipo de servicio que se presta, en el levantamiento de datos se verificó con las microempresas si éstas cuentan con rotación de personal para cubrir descansos ordinarios y contar con disponibilidad incluso en fines de semana y horario inhábil. Este factor puede incidir en uno de los parámetros de calidad establecidos, principalmente en el tiempo de trabajo, es decir,

al no contar con suficiente personal pueden llegar a excederse los tiempos de entrega.

Sobre el levantamiento de datos realizado, se puede establecer que el 67% de las microempresas cuentan con personal para rotación por descansos y cumplir tanto con las disposiciones de derecho laboral nacional así como la disponibilidad requerida por el tipo de negocio.

Figura 8. Rotación por descansos



Fuente: Elaboración propia con base en auditorias de campo marzo 2017

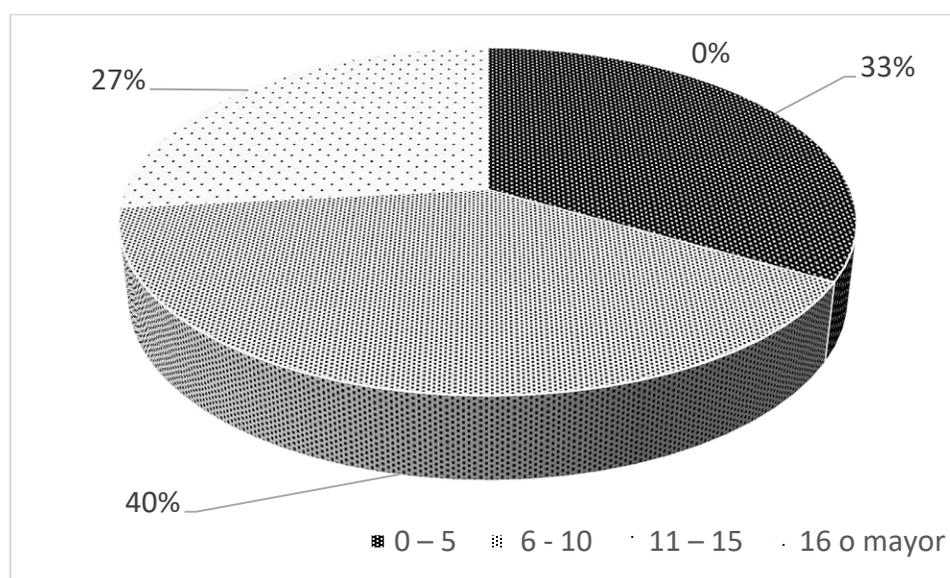
Derivado a la validación de la disponibilidad de personal para rotación también se planteó la pregunta sobre la cantidad de personal en cada microempresa, esto partiendo de la premisa de que si efectivamente existía personal disponible para rotación (o bien turnos adecuados a la misma) el número de personas involucradas en cada microempresa debería de variar considerablemente.

Lo anterior originó la variante sobre el tamaño de la microempresa, considerando la definición dada anteriormente la cual establece que: "... una empresa de tamaño

pequeña. Su definición varía de acuerdo a cada país, aunque, en general, puede decirse que una microempresa cuenta con un máximo de 20 empleados y una facturación acotada.”<sup>11</sup>

En base a lo anterior, puede establecerse que 33% de las microempresas cuentan con hasta 5 personas, 40% con hasta 10 personas y únicamente 27 con hasta 15 personas.

Figura 9. Personal por microempresa



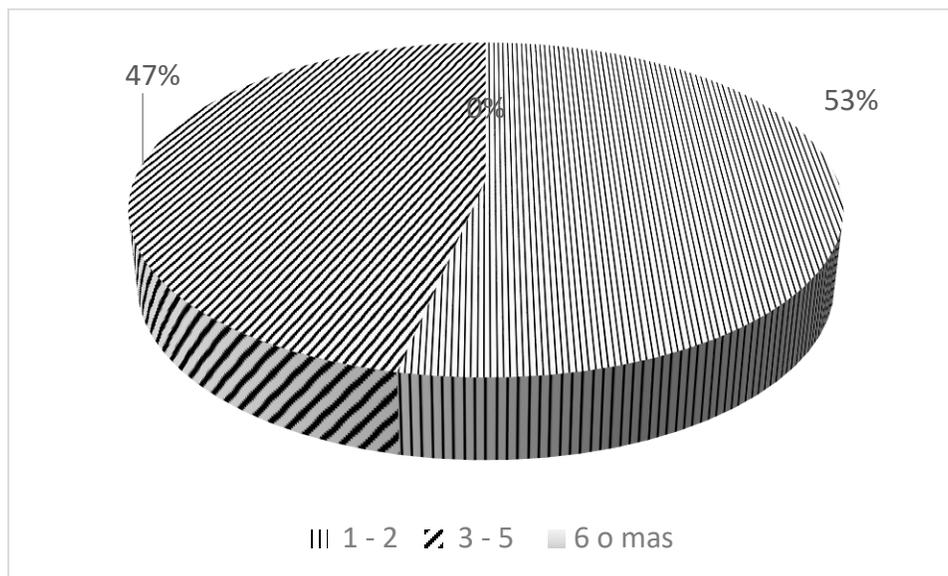
Fuente: Elaboración propia con base en auditorias de campo marzo 2017

Dicha conformación coincide con la cantidad de personas por vehículo requerido dentro de las especificaciones de los manuales de líneas, en donde se define la cuadrilla como “grupo de trabajo en líneas conformado por un mínimo de cuatro técnicos más personal de apoyo en donde la conformación jerárquica responde a: jefe de cuadrilla, liniero 1, liniero 2, liniero 3 más personal de apoyo” (Empresa Eléctrica de Guatemala, 1996, pág. 18)

<sup>11</sup> Pérez Porto, J. (8 de Agosto de 2016). Definición Microempresa. España. Obtenido de <https://definicion.de/micro-empresa/>

Es decir dicha conformación coincide con la cantidad de vehículos reportados por cada microempresa al momento del levantamiento de datos, esta respondió a:

Figura 10. Cantidad global de vehículos por microempresa



Fuente: Elaboración propia con base en auditorias de campo marzo 2017

En función de lo anterior, puede establecerse que el 53% de las microempresas cuentan con al menos un vehículo y una cuadrilla de trabajo efectiva.

#### 4.5. ESPECIALIDAD DEL TRABAJO

Tal y como se mencionó en la sección anterior, los manuales de trabajo cuentan con un detalle para la conformación de la cuadrilla de trabajo, el cual define la cuadrilla como “grupo de trabajo en líneas conformado por un mínimo de cuatro técnicos más personal de apoyo en donde la conformación jerárquica responde a: jefe de cuadrilla, liniero 1, liniero 2, liniero 3 más personal de apoyo” (Empresa Eléctrica de Guatemala, 1996, pág. 19)

De igual manera se establecen roles y funciones para los principales miembros de la cuadrilla, estos son definidos en el Manual Técnico de Linieros EEGSA 1996 y establece que:

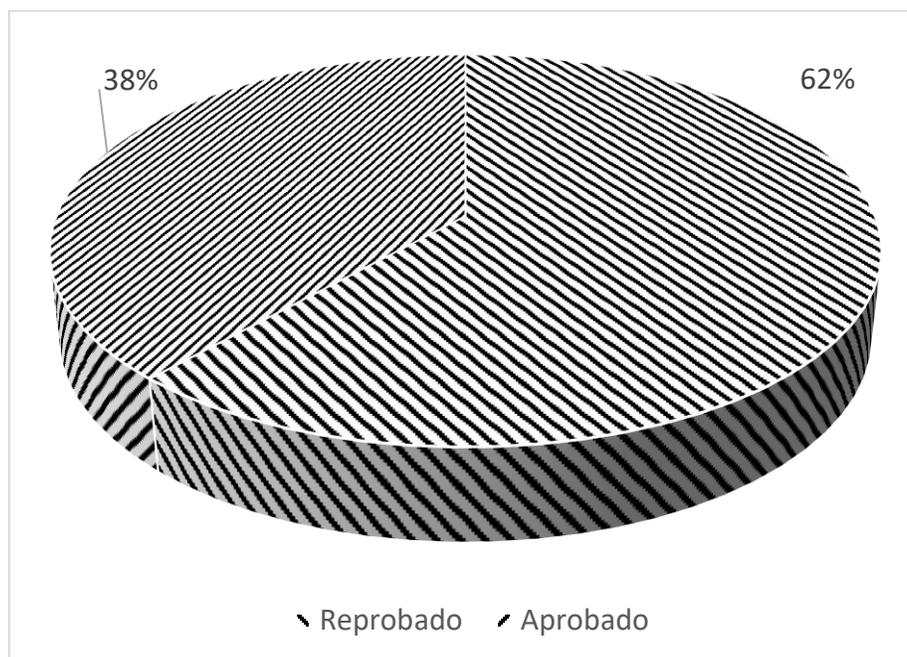
“las principales funciones por puesto son:

- a. Jefe de Cuadrilla: Es el responsable operativo de la unidad, tiene a su cargo la coordinación de su personal, así como la unidad y la herramienta. Divide funciones específicas, y es el enlace con la administración. Reporta el tiempo e incidencias de trabajo. Es el encargado de la seguridad durante los trabajos así como el cumplimiento de las normas constructivas.
- b. Liniero 1: Es el piloto de la unidad y el principal encargado de realizar los trabajos en tensión dentro de las líneas primarias de distribución. Encargado de la solicitud de material para cada trabajo.
- c. Liniero 2: Es el encargado de trabajos en líneas sin tensión y apoyo al liniero 1. Trabaja principalmente líneas secundarias energizadas o desenergizadas.
- d. Liniero 3: Representa la unidad de apoyo en tierra. Encargado de trabajos de apertura de agujeros, de inventariar herramienta y limpieza de camión.” (Empresa Electrica de Guatemala, 1996, págs. 19-22)

En función de la breve descripción anterior según la información recabada en el levantamiento de datos se verificó que todas las microempresas cumplían con división de trabajo según especialidad, para validar dicha información se procedió a realizar exámenes de validación a todas las cuadrillas con el objetivo que cada miembro cuenta con las competencias requeridas para cada puesto.

Los resultados muestran una reprobación superior al 60%, es decir, el personal empleado por los microempresarios no cumple con el perfil elemental descrito de acuerdo a las evaluaciones realizadas.

Figura 11. Resultado general evaluación por categoría



Fuente: Elaboración propia con base a resultados de evaluación proveedores marzo 2017

#### 4.6. CARACTERIZACIÓN GENERAL

En general con base al levantamiento de datos pueden establecerse las principales características para las microempresas, siendo estas:

- a. Las microempresas cuentan con por lo menos un vehículo de trabajo en donde no se cuenta con la herramienta y equipo mínimo de trabajo en su totalidad.

- b. Están constituidas por alrededor de 5 personas en donde no se da de forma clara la separación de las funciones de cada trabajador, estos están contratados en su mayoría de forma permanente con rotación para descanso, disponibilidad y vacaciones.
- c. El recurso humano de cada microempresa no cuenta con preparación suficiente para trabajos en tensión
- d. En general la jornada de cada microempresa excede las 8 horas de trabajo efectivo.

## 5. CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA DE LAS MICROEMPRESAS

En su forma más general un parámetro se define como “...el dato o conjunto de datos que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva”<sup>12</sup>

Bajo tal definición, a continuación se detallan los parámetros básicos que describen el sistema de contratación de las microempresas de construcción y mantenimiento de redes eléctricas. Estas serán básicamente divididas según el área de trabajo en la cual se desempeñan y sus parámetros de contratación responden a horarios, tipo de trabajo, disponibilidad etc.

Es válido mencionar que en cada una de las áreas de trabajo está sujeta a la medición de calidad en función de los indicadores definidos (cumplimiento de norma constructiva, trabajo seguro, tiempo o temporalidad de ejecución, gestión de materiales) por lo que tanto la medición de calidad por indicador como la integración general es válida para todos los tipos de trabajo de las microempresas.

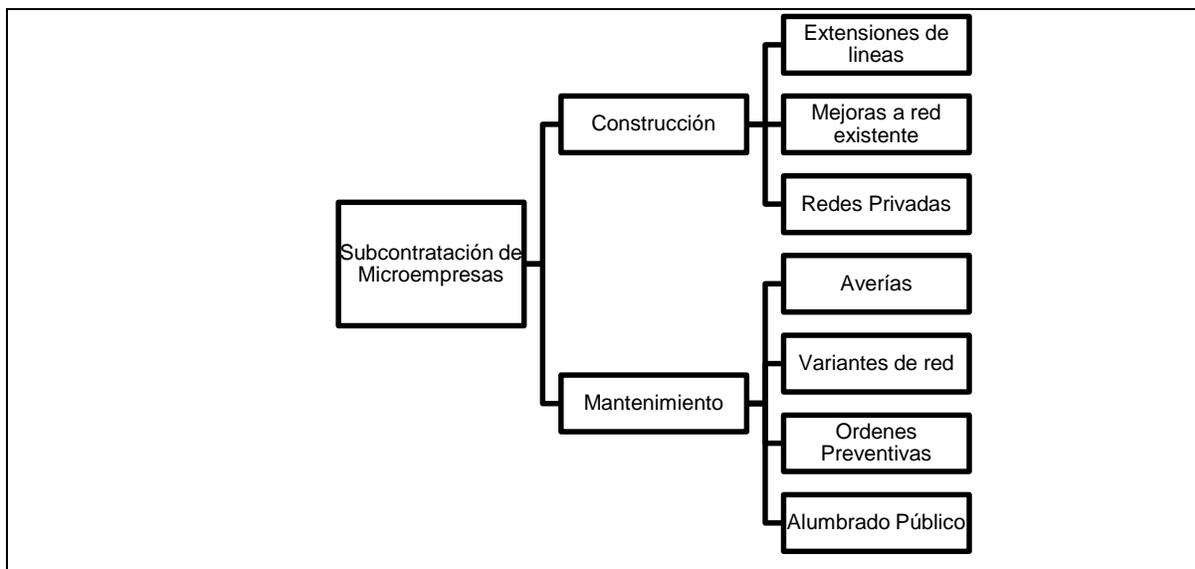
Para establecer parámetros de contratación primero se clasificarán las microempresas según el tipo de trabajo listado que atienden, cabe mencionar que con excepción de los trabajos de averías y alumbrado público, las asignaciones no son exclusivas, es decir, puede que la misma microempresa atienda más de un tipo de trabajo.

La división básica se muestra a continuación:

---

<sup>12</sup> Gardey, A. (9 de Agosto de 2016). Definición Parametro. España. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/parametro/>

Figura 12. Área o especialidad de trabajo para microempresas de construcción y mantenimiento de redes eléctricas



Fuente: Elaboración propia con detalle de tipos de trabajo de Energica SA

Dicha distribución, responde a:

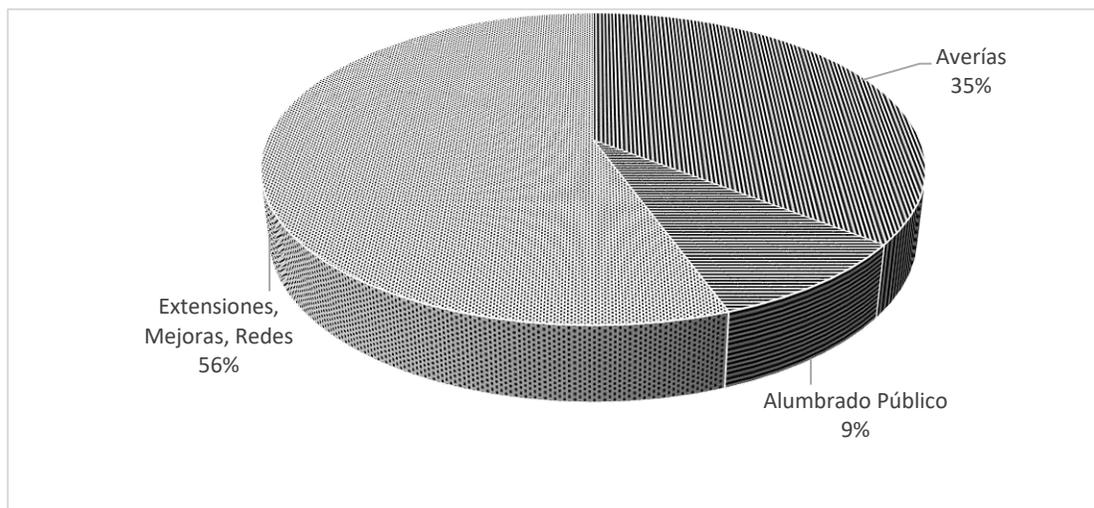
Tabla V. Microempresas por tipo de especialidad

Área	Especialidad	Cantidad de microempresas
Construcción	Extensiones de líneas	25
	Mejoras a red existente	25
	Redes Privadas	25
Mantenimiento	Averías	16
	Variantes de red	25
	Ordenes Preventivas	25
	Alumbrado Público	4

Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación de Energica SA

En general, puede establecerse que con excepción del alumbrado público y la atención de averías, el 55% de las microempresas se dedican de forma indiferente a la construcción y mantenimiento de redes.

Figura 13. Distribución de microempresas por especialidad



Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación

Para establecer un parámetro en la frecuencia de subcontratación por área, es necesario en base al registro histórico establecer en el período analizado (2012 – 2016), el promedio de atención por cada tipo de trabajo.

Tabla VI. Órdenes con participación de microempresas por especialidad para el período 2012-2016

Especialidad	2012	2013	2014	2015	2016
Extensiones de líneas	8918	8968	9029	9093	8950
Mejoras a red existente	3038	3019	2970	3003	3003
Redes privadas	474	566	466	412	435
Averías	28753	28863	28821	28778	28714
Variantes de red	1415	1461	1502	1596	1418
Órdenes preventivas	738	804	769	734	733
Alumbrado público	1403	1409	1433	1463	1421

Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación Energica SA

En base al histórico es posible establecer un promedio anual de atenciones por especialidad y por microempresa. Para tal propósito, se establecerá el promedio en el período respecto al total de microempresas

Tabla VII. Promedio de órdenes atendidas para cada especialidad de trabajo por microempresa

Especialidad	Promedio Anual	Microempresas	Promedio por Microempresa
Extensiones de líneas	8991.6	25	360
Mejoras a red existente	3006.6	25	120
Redes Privadas	470.6	25	19
Averías	28785.8	16	1799
Variantes de red	1478.4	25	59
Ordenes Preventivas	755.6	25	30
Alumbrado Público	1425.8	4	356

Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación

En la sección anterior se detallan con base a los registros históricos el promedio de órdenes atendidas que cada una de las microempresas de construcción y mantenimiento de redes eléctricas han tenido sobre cada una de las especialidades de trabajo, a continuación se detalla en que consiste cada una de las especialidades de trabajo listadas así como la relación que guarda cada especialidad con los indicadores de calidad: norma constructiva, seguridad, materiales y temporalidad (N, S, M, T).

### 5.1. EXTENSIONES DE LÍNEAS

Las extensiones de línea son también conocidos como estudios directos, estos basan su funcionamiento en la obligación de la distribuidora de construir de forma gratuita para el usuario dentro de la franja de los 200 metros, de forma textual se establece "Todo Distribuidor autorizado a brindar el servicio en una zona, adquiere la obligación de conectar sus redes a todos los consumidores que lo requieran, y

que estén ubicados dentro de una franja que no podrá ser inferior a 200 metros en torno a sus instalaciones” (Reglamento Ley General de Electricidad, 1998, pág. 34)

Para las microempresas que se dedican a varias especialidades dentro de la construcción y mantenimiento de redes este se muestra como la especialidad con mayor demanda dentro del periodo analizado, se realizan en promedio 360 extensiones de línea por año, es decir se construyen extensiones a razón de una por día en promedio.

Respecto a los indicadores que construyen la función de calidad, para a las extensiones de líneas puede establecerse lo siguiente:

#### Cumplimiento de norma constructiva (N)

Para el caso de las extensiones de líneas, el cumplimiento de la norma constructiva es uno de los aspectos más sencillos de evaluar, esto se debe, a que en la mayor parte de los casos, debido a ser construcciones nuevas donde puede aplicarse la norma constructiva a cabalidad. La norma aplicar corresponde a la Norma Técnica de Construcción aprobado por la distribuidora.

#### Trabajo seguro (S)

Dentro de las extensiones de línea el trabajo seguro está asociado principalmente a dos tipos de riesgo, el riesgo de trabajo en alturas y el riesgo eléctrico. Debido a que las extensiones de línea son mayoritariamente trabajos sin tensión, el análisis del desempeño de la microempresa se dará en base a las auditorias e inspecciones de seguridad para las fuentes de riesgo.

### Tiempo o temporalidad de ejecución (T)

Las extensiones de líneas están asociadas a la ampliación de la infraestructura para el servicio eléctrico, por lo que para la realización de las mismas el reglamento de la ley general de electricidad establece “Si es necesario realizar ampliaciones de las líneas de distribución, deberá dentro del plazo máximo de tres (3) meses realizar la conexión.” (Comision Nacional de Energia Electrica, 2000, pág. 45)

Por su lado la distribuidora de la ciudad de Guatemala establece un período de 10 días para la construcción de las extensiones de líneas, por lo cual los 10 días hábiles contados por la distribuidora constituirán la medida o no de cumplimiento

### Gestión de materiales. (M)

Para el caso de las extensiones de líneas la ley general de electricidad establece “la ampliación de la red para brindar el servicio no representa costo para el solicitante” (Comision Nacional de Energia Electrica, 2000, pág. 46), esto implica que todo el material debe ser aportado por la distribuidora. Bajo tales condiciones, la distribuidora genera una serie de materiales asociados a cada trabajo de construcción y la microempresa constructora es la encargada del retiro de material necesario así como la devolución respectiva del material sobrante y material retirado.

Como indicador de calidad, la gestión de materiales se medirá para las extensiones de línea en función de la devolución o no de materiales dentro del tiempo establecido, para el caso de la distribuidora de la ciudad de Guatemala, se establece que dentro del período de 5 días hábiles después de terminada la construcción debe gestionarse la devolución de todos los materiales solicitados.

## 5.2. MEJORAS A LA RED

Las mejoras a la red constituyen el principal medio para que la Comisión Nacional de Energía Eléctrica reconozca la inversión en la mejora de la red por parte de la distribuidora, el valor de las mejoras se concentra en el Valor Agregado de Distribución, el cual la comisión lo define como “El Valor Agregado de Distribución (VAD) es la remuneración que reciben las empresas que realizan distribución de electricidad. El VAD corresponde al costo medio de capital y operación de una red de distribución eficiente de referencia, operando en un área de densidad determinada” (Comision Nacional de Energia Electrica, 2000, pág. 90)

Es decir, las mejoras a la red, son la forma más fácil de evidenciar la gestión por la eficiencia de las redes de distribución.

Las microempresas que se dedican a las mejoras de la red, tienen relativamente alta demanda de trabajo, ya que en promedio se realizan 120 mejoras durante el año. Los indicadores de calidad para las mejoras a la red, cumplen los mismos principios que para el caso de las extensiones de líneas.

Cumplimiento de norma constructiva (N)

Al igual que en el caso de las extensiones de línea, todas las mejoras deben de cumplir los requisitos listados en las normas técnicas de distribución. Por lo que la medición del impacto de las microempresas en la calidad respecto al cumplimiento de la norma se basará en criterios de la normativa.

Trabajo seguro (S)

Al igual que en el caso de las extensiones de líneas, las mejoras son trabajos principalmente en frío, es decir, sin fuentes de tensión, por lo que mediante las

auditorías de trabajo seguro, se medirá básicamente los riesgos correspondientes a trabajo en alturas.

Tiempo o temporalidad de ejecución (T)

Debido a que las mejoras en la red son esencialmente como iniciativa de la distribuidora, no existe temporalidad definitiva reglamentada, por lo que la temporalidad para la entrega de las mejoras se mide en función del cronograma de proyecto independiente.

Gestión de materiales. (M)

Los materiales utilizados para las mejoras son producto directo de la inversión de la distribuidora en su red, por lo que sigue la misma mecánica de almacenaje, retiro y devolución que para las extensiones de línea. La principal variante, se da en relación a que las devoluciones y tiempos de devolución están ligados directamente al cronograma de la mejora más que a una temporalidad establecida.

### **5.3. REDES PRIVADAS**

La construcción de redes privadas que son donadas a la distribuidora están reguladas por la comisión nacional de energía eléctrica, “Las donaciones están constituidas por infraestructura eléctrica: transformadores, líneas de transmisión, postes, etc., que realizan y construyen las empresas inmobiliarias o desarrolladoras de proyectos inmobiliarios y que transfieren a la Distribuidora de Energía Eléctrica que les ofrece el servicio.” (Comision Nacional de Energia Electrica, 2000, pág. 85)

Básicamente se establece que la red a donar principalmente por parte de inmobiliarias deberá cumplir con la normativa constructiva de la distribuidora para pasar a formar parte de sus activos.

Los registros históricos establecen que de las 25 microempresas de construcción y mantenimiento de redes únicamente realizan alrededor de 19 construcciones privadas, es decir poco más de una construcción privada por mes.

Respecto a los indicadores de calidad, las construcciones privadas principalmente serán evaluadas respecto al normativo de construcción (del cual depende o no la aceptación de la distribuidora) y el manejo de materiales.

#### Cumplimiento de norma constructiva (N)

El cumplimiento de la norma constructiva para las construcciones privadas se medirá en función del normativo de construcción, es de decir, toda la construcción de la red debe de estar en norma para que sea aceptada por la distribuidora. En general el cumplimiento de la norma constructiva se medirá al igual que los estudios directos de ampliación de red (extensiones de líneas).

#### Trabajo seguro (S)

Para los análisis de trabajo seguro de las redes privadas se contemplaran básicamente los riesgos de trabajo en alturas e izaje de cargas, esto debido a que la mayor parte de los trabajos se realizan sin fuentes de tensión. Esto debido a que la red no se conecta a las líneas de distribución regulares hasta ser aceptada por la distribuidora.

#### Tiempo o temporalidad de ejecución

Las temporalidades de ejecución de las redes privadas son ajenas a las de la distribuidora, por lo cual la medición de las mismas está más en función del

compromiso con el cliente final que con la distribuidora. Por esta razón, la temporalidad será medida en función del cumplimiento o no de tiempo programado.

#### Gestión de materiales. (M)

La gestión de materiales para los proyectos privados está fuera de la gestión de la distribuidora, por lo que para la medición del indicador de la gestión de materiales básicamente se consideran las devoluciones de material sobrante al proveedor respectivo o bien al centro de almacenaje interno.

### **5.4. AVERÍAS**

Las averías se definen como “un fallo, un inconveniente o un daño que afecta el uso normal de algo” (Monroy Peralta, 2005, pág. 32) para el caso de la red de distribución eléctrica las fallas pueden ser ocasionadas por los siguientes fenómenos:

- a. Accidentes: rotura de cables subterráneos o aéreos por vehículos, postes chocados o ramas en las líneas.
- b. Fenómenos atmosféricos: intensas lluvias, fuertes vientos o incendios pueden provocar incidentes en centros de transformación o líneas que obligan a cortar el suministro.
- c. Agentes externos: Puede que el origen de una incidencia en el suministro no esté en la compañía distribuidora de electricidad, sino en otros agentes que operan en el sistema eléctrico (la red de transporte, las centrales de generación, un parque eólico, instalación de un cliente, etc.).

Debido a que la cantidad de microempresas que atienden las averías varía significativamente con respecto a la construcción o el mantenimiento, el parámetro de atención es de igual manera diferente, de igual manera vale la pena considerar que el volumen de averías es considerablemente mayor que el de cualquier otro tipo de trabajo.

Las microempresas dedicadas a la atención de emergencias, atienden en promedio 1800 averías al año. Los parámetros de medición de calidad varían con respecto a trabajos de construcción y mantenimiento de la siguiente manera:

#### Cumplimiento de norma constructiva (N)

Debido a que las averías son normalmente incidencias más pequeñas la norma constructiva sigue la mayor parte de los casos la norma de los suministros de baja tensión. En caso de ser una emergencia de mayor envergadura se evalúa con respecto a la norma constructiva y de trabajos en tensión al igual que para los trabajos regulares de construcción y mantenimiento.

#### Trabajo seguro (S)

Los riesgos para los trabajos de averías responden básicamente a trabajo en alturas, por lo que mediante los análisis de trabajos seguros se determinará la vulnerabilidad así como el impacto de dicho riesgo sobre la calidad final de la atención de averías.

#### Tiempo o temporalidad de ejecución (T)

La temporalidad de la atención de averías es uno de los factores que inciden de forma más directa en la medición de calidad para las microempresas, esto se debe

a que existen rangos de tiempo delimitados por la distribuidora para la restitución del servicio, estos básicamente responden a la siguiente tabla:

Tabla VIII. Tiempos de atención de emergencias

Descripción	Tiempo de respuesta
Emergencias individuales	2 horas
Emergencias con pérdida de mercado	4 horas
Circuitos Principales	6 horas

Fuente: Empresa Electrica de Guatemala, 2016, pág. 58

Cabe mencionar que dichas temporalidades denotan los tiempos mínimos para atención, la resolución del problema dependerá del nivel de complejidad de la misma y del medio.

Gestión de materiales. (M)

Al igual que el caso de la temporalidad la gestión de materiales es un punto particular para las microempresas, ya que la asignación de materiales se da con relación de consignación, es decir, al inicio de cada mes se realiza una entrega de material en base a un stock específico y posteriormente en función de lo instalado o utilizado en cada atención de emergencia se realiza el cuadro de materiales respectivo.

## 5.5. VARIANTES DE RED

En su forma más general, una variante de red es “aquella modificación que se realiza bajo solicitud de una tercera parte interesada” (Empresa Electrica de Guatemala, 2016, pág. 42). Es decir, que las variantes de red son gestionadas principalmente por terceros interesados tales como municipalidades, constructoras e inmobiliarias, para tales propósitos, éstas incluso pueden ser gestionadas por las

mismas empresas constructoras llegando a un punto de acuerdo con el tercero interesado.

Históricamente se atienden alrededor de 1400 variantes de red por año, por lo que en promedio las microempresas de construcción y mantenimiento atienden alrededor de 60 variantes de red. El sistema de medición de dichas variantes de red es un análogo a la medición de calidad de los estudios de extensiones de líneas.

#### Cumplimiento de norma constructiva (N)

Las modificaciones a la red existente deben de realizarse dentro de la norma de construcción aprobada, es decir, cualquier variante de red debe de estar en norma coherente con el resto de la red. Para la medición del cumplimiento de la norma se medirán las no conformidades dentro del total de variantes realizadas por las microempresas.

#### Trabajo seguro (S)

Las variantes de red tienen la posibilidad de trabajarse con línea energizada y sin línea energizada, razón por la cual para la medición mediante el análisis de trabajo seguro se consideraran tres tipos de riesgo, el riesgo eléctrico, el riesgo de trabajo en alturas y el riesgo del medio.

Cabe mencionar que todos los trabajos en tensión, se cuenta con procedimientos de permisos de trabajo específicos.

#### Tiempo o temporalidad de ejecución (T)

Las variantes de red si bien están sujetas a permiso para trabajo en la red como el resto de trabajos, están más ligadas a la temporalidad acordada por el tercero

interesado, por lo cual, la medición de la incidencia del tiempo será ligada únicamente al tiempo estimado de finalización más que al permiso entre la red.

#### Gestión de materiales. (M)

Los materiales para para las variantes si bien son financiados por el tercero interesado son gestionados a través de la distribuidora, razón por la cual la devolución de materiales tanto nuevos como usados son medidos bajo las mismas condiciones que los estudios de construcción. Dentro de los indicadores de calidad, la devolución y cuadro de materiales, se evaluará como gestión para el caso de las variantes de red.

### **5.6. ÓRDENES PREVENTIVAS**

Las órdenes preventivas son aquellas que siguiendo la lógica del mantenimiento preventivo “llevan a cabo acciones antes de la falla” (Monroy Peralta, 2005, pág. 55), estas son gestionadas dentro del plan de mantenimiento de activos de la distribuidora, y tienen por objeto, tal como se indica prevenir fallas que comprometan la integridad de la red.

Los registros de subcontratación de microempresas para el período listado establecen un promedio anual de 30 órdenes preventivas, es decir, cuentan con una demanda mucho menor que las extensiones de líneas o que la atención de averías (es decir, el mantenimiento correctivo) por lo que el financiamiento de la misma respecto a materiales y tiempos de trabajo es considerablemente más limitado.

#### Cumplimiento de norma constructiva (N)

Al igual que el resto de los tipos de trabajo la norma de construcción y mantenimiento aplica de igual manera para las órdenes de mantenimiento

preventivo, la única variación con respecto a las extensiones de líneas o las variantes de red, es que pueden darse casos de modificaciones a la construcción que en mayor medida requiera la aplicación de normas municipales en lugar de la norma homologada por la distribuidora.

#### Trabajo seguro (S)

Debido a que los trabajos de mantenimiento preventivo tienen principalmente el objeto de preservar la red, esta rara vez tienen previsto la desenergización de la instalación, razón por la cual mediante los análisis de trabajo seguro se establecerán los tres tipos de riesgo: riesgo eléctrico, trabajo en alturas y manejo de cargas.

#### Tiempo o temporalidad de ejecución (T)

Los trabajos de mantenimiento preventivo son programados para ejercer acciones sobre la red, razón por la cual, la temporalidad de los mismos se refiere a el cumplimiento o no con los plazos de entrega. Al igual que los casos anteriores, se limita al cumplimiento o no.

#### Gestión de materiales. (M)

Dentro del plan de mantenimiento de la distribuidora, esta considera los materiales para la ejecución de sus mantenimientos preventivos. Por lo que la asignación y procedimientos de devolución de materiales tanto nuevos como usados son equivalente al resto de tipos de trabajo.

## 5.7. ALUMBRADO PÚBLICO

El alumbrado público está constituido como una figura conjunta entre la distribuidora y el gobierno municipal, razón por la cual las rutas de apagado encendido y tipo de luminaria a utilizar por región, si bien es aporte de la distribuidora esto es coordinado por la municipalidad.

Dentro del período a analizar existen básicamente 4 microempresas cuya función es la de dar mantenimiento e instalaciones de alumbrado público, históricamente estas reciben en promedio 356 órdenes de trabajo proveniente de la municipalidad como de terceros, inmobiliarias principalmente, que aportan el alumbrado público a la red municipal.

### Cumplimiento de norma constructiva (N)

Respecto al cumplimiento de la norma, debido a que esta sigue criterios municipales respecto a tiempos de conexión y desconexión, únicamente se considerará por cumplido en función de que personal municipal acepte los trabajos realizados. Es decir, no existe normativa general como para el caso de la construcción y el mantenimiento.

### Trabajo seguro (S)

Los trabajos de instalación o mantenimiento de alumbrado público principalmente representan riesgo de trabajo en alturas, riesgo eléctrico e izaje de cargas. Los análisis de trabajo seguro se medirán con respecto a estos riesgos para verificar su incidencia en la calidad. Cabe mencionar que las unidades de las microempresas son básicamente análogos a los vehículos de averías o básicamente camiones de canasta.

### Tiempo o temporalidad de ejecución (T)

Debido a que la administración de los proyectos de alumbrado público es eminentemente municipal el cumplimiento de la temporalidad de ejecución se medirá básicamente con el cumplimiento de avances totales y plazos de entrega.

### Gestión de materiales. (M)

Los materiales para los trabajos de alumbrado público son donados por la distribuidora, es decir la gestión de materiales se medirá respecto al material instalado y material devuelto.

## 6. MEDICIÓN DE CALIDAD EN CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS

Tal como se definió con anterioridad la calidad se define como "... la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinente" (ISO 9000, 2005, Definiciones Generales).

En virtud de lo anterior la investigación de la incidencia de las microempresas sobre la calidad de la construcción y mantenimiento de redes eléctricas, la calidad está en función de:

$$+C = f(+N, +S, +T, +M)$$

Siendo las respectivas variables:

N: cumplimiento de norma constructiva

S: trabajo seguro

T: tiempo o temporalidad de ejecución

M: gestión de materiales.

Las variables que definen el comportamiento de calidad se tratarán como indicadores para su posterior integración en medida de calidad general.

### 6.1. CUMPLIMIENTO DE NORMA CONSTRUCTIVA (N)

Para establecer la variable de cumplimiento de norma constructiva como un indicador se tomará en cuenta la proporción de la concordancia o no con la norma respecto a la totalidad de trabajos evaluados. Es decir, se cuantificarán los hallazgos de incumplimiento respecto a la cantidad de evaluaciones totales, de la siguiente manera:

$$\text{proporción de incumplimientos} = \frac{\text{hallazgos de incumplimiento}}{\text{cantidad de evaluaciones totales}}$$

Debido a que el conteo se realiza respecto a los hallazgos y la variable que afecta la calidad es el porcentaje de cumplimiento, el indicador contará con un inverso que muestra el porcentaje de cumplimiento. Es decir, el complemento respecto a la medición de hallazgos de incumplimiento representará el porcentaje de cumplimiento general, esto se realiza de la siguiente manera:

$$\text{cumplimiento de norma} = 1 - \frac{\text{hallazgos de incumplimiento}}{\text{cantidad de evaluaciones totales}}$$

De donde podrá generalizarse a

$$n = 1 - \frac{H_n}{N}$$

En donde "H" representa los hallazgos de incumplimiento o inconformidades y N representa la cantidad de evaluaciones totales.

## **6.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE SEGURIDAD**

Debido a la naturaleza del trabajo a realizar en la construcción y mantenimiento de redes eléctricas, es necesario garantizar tanto eléctrico como de trabajo en altura, por lo que el cumplimiento de normas de seguridad industrial será tratado como un indicador de cumplimiento. Para tal propósito al igual que en el caso anterior, se medirá la cantidad de inconformidades respecto a las evaluaciones totales y de esa manera, por complemento se conocerá el total de cumplimiento de normativa de seguridad industrial.

Cabe mencionar que para este caso la cantidad de evaluaciones totales se mantiene respecto a 5 aspectos de riesgo identificados: Procedimiento correcto de trabajo, equipo de protección personal, equipo de protección colectivo, permiso de trabajo y cumplimiento de normativo con y sin tensión.

$$\text{proporción de incumplimientos} = \frac{\text{hallazgos de incumplimiento}}{\text{cantidad de evaluaciones totales}}$$

$$\text{cumplimiento de norma SISO} = 1 - \frac{\text{hallazgos de incumplimiento}}{\text{cantidad de evaluaciones totales}}$$

De donde podrá generalizarse a

$$s = 1 - \frac{H_s}{N}$$

Al igual que el caso anterior “H<sub>s</sub>”, representa la cantidad de hallazgos respecto al total de evaluaciones realizadas.

### 6.3. TEMPORALIDAD DE EJECUCIÓN

Tal como se detalló anteriormente dependiendo del tipo de trabajo realizar en la red (construcción, mantenimiento correctivo, averías, y variantes de red) tienen una temporalidad de ejecución distinta dependiendo de la urgencia, el impacto sobre la red, la continuidad de servicio entre otras.

Para tomar la temporalidad como indicador se tomarán directamente como indicador de cumplimiento se la atención al trabajo asignado fue menor a la temporalidad establecida, de ser menor el indicador se cumple en su totalidad, de ser mayor de igual manera se incumple en su totalidad.

Esto se generaliza como un condicional de la forma

$$\text{Si } t \leq \text{tiempo establecido} \rightarrow t = 1$$

$$\text{Si } t > \text{tiempo establecido} \rightarrow t = 0$$

“t”, representa la cantidad de hallazgos respecto al total de evaluaciones realizadas de forma directa, no como el complemento.

#### 6.4. GESTIÓN DE MATERIALES

La gestión de materiales aplica tanto para construcción y mantenimiento de redes propias de la distribuidora como para los proyectos particulares y de donación a la red, por lo que al igual que el caso anterior, se construye un indicador de razón y cumplimiento mediante el cual se mide directamente que proporción de los proyectos cuentan con la devolución de materiales y el inventario de material instalado.

Al igual que el caso de la temporalidad de ejecución, la medición de la proporción será directa, es decir no se utilizará el complemento para determinar la proporción del cumplimiento, por lo que es directamente proporcional a los hallazgos de cumplimiento.

$$\text{proporción de gestión de materiales} = \frac{\text{cumplimiento de gestión de materiales}}{\text{cantidad de evaluaciones totales}}$$

$$\text{Temporalidad de ejecución} = \frac{\text{hallazgos de cumplimiento}}{\text{cantidad de evaluaciones totales}}$$

Esto se generaliza como:

$$m = \frac{H_m}{N}$$

“ $H_m$ ”, representa la cantidad de hallazgos respecto al total de evaluaciones realizadas de forma directa.

## 6.5. INTEGRACIÓN DE INDICADORES

Con el objetivo de poder medir de forma integrada los indicadores generados y el impacto que tienen cada uno de ellos dentro de la medición de la calidad en general se desarrolla el siguiente modelo:

$$C = f(+N, +S, +T, +M)$$

Es decir, la calidad de las microempresas, se verá afectada en forma directa por el cambio de cualquiera de los 4 indicadores. El modelo anterior estará por tanto sujeto a los valores máximos y mínimos que puede tomar cada indicador, los cuales, por su diseño únicamente pueden tomar valores en el intervalo (0,1) siendo 0 el punto del indicador más bajo o inexistente y 1 el cumplimiento total, por lo que para ser la calidad máxima, es necesario que cada uno de los indicadores separados tengan un valor máximo, es decir 1.

El modelo establece que la calidad se ve afectada por cada uno de los indicadores por separado y por la integración de los mismos, pero aún debe determinarse en qué proporción incide cada uno, por lo que para establecer la proporción de los mismos, se plantea como un sistema de ecuaciones y desigualdades lineales que responde a las siguientes premisas:

- a) El valor máximo de calidad corresponde a 1, es decir el 100%, que será por extensión el cumplimiento completo de los cuatro indicadores que lo conforman.
- b) Los indicadores (N,S,T,M) cuentan con valores máximos y mínimos en el intervalo de (0,1], es decir, cada uno de dichos indicadores debe existir. (ser mayores a 0)
- c) Al igual que en máximos o mínimos los valores de los coeficientes deben ser no negativos (es decir, mayores que 0)
- d) Debido a integrarse en un sistema con ecuaciones y desigualdades la solución del mismo se obtendrá mediante métodos numéricos, por lo que la solución óptima corresponde al valor de los coeficientes, donde los indicadores tienen su valor máximo y “calidad” equivale a 1 o su valor más cercano.

De las premisas anteriores puede establecerse que:

Función objetivo (como un máximo)

$$Calidad = AN + BS + CT + DM$$

En donde N, S, T, M son los indicadores antes calculados en su valor máximo o de cumplimiento total, es decir 1. Por otro lado, A, B, C, D son los coeficientes que afectan los indicadores por separado y la calidad en general a determinar.

Las restricciones son iguales para todos los coeficientes: estos deben de existir, es decir ser mayor que cero y deben ser menores o iguales a 1, esto último, como restricción de la no negatividad de cada indicador y la limitante del intervalo 0,1.

Cabe mencionar que el planteamiento de calidad respecto a indicadores es lineal debido a que al considerar cada indicador como una variable independiente (es decir multivariable) se utilizará un procedimiento de regresión lineal múltiple que permita establecer la relación entre la calidad (integrada por esas cuatro variables) y la subcontratación.

Para la medición de calidad (integrada por 4 variables) y su impacto sobre la subcontratación (variable dependiente e independiente) se busca establecer una relación directamente proporcional, razón adicional para mantener cada variable que integra la calidad a nivel lineal.

En virtud de lo anterior, a continuación se plantea la función objetivo para establecer la calidad, a la cual posteriormente se relacionará con el nivel de subcontratación:

$$C = AN + BS + CT + DM \rightarrow AN + BS + CT + DM = 1$$

$$AN + BS + CT + DM = 1$$

Sujeto a:

$$A \leq 1, \quad A > 0$$

$$B \leq 1, \quad B > 0$$

$$C \leq 1, \quad C > 0$$

$$D \leq 1, \quad D > 0$$

Cabe mencionar que la última restricción para todos los casos no es únicamente ser no negativo, sino que debe de existir el coeficiente para que el indicador que afecta exista de igual manera.

El sistema resuelto mediante métodos numéricos de programación lineal (incluyendo tanto igualdades como desigualdades) establece los siguientes coeficientes para cada indicador:

Tabla V. Solución del sistema mediante programación lineal

Indicador	Ponderación Propuesta	Valor máximo del indicador	Múltiplo
norma (n)	0.25	1	0.25
seguridad (s)	0.25	1	0.25
temporalidad (t)	0.25	1	0.25
materiales (m)	0.25	1	0.25
FO			1

Fuente: Elaboración propia con datos de métodos numéricos

En base a la solución numérica puede establecerse que la función que determina los parámetros de calidad respecto a los indicadores seleccionados es:

$$C = 0.25N + 0.25S + 0.25T + 0.25M$$

$$C = 0.25(N + S + T + M)$$

De esta manera puede generalizarse que para cumplir las dos restricciones básicas que son: cada indicador debe existir en la medición de calidad y este no puede superar el intervalo (0,1) los coeficientes correspondientes a cada indicador es de  $\frac{1}{4}$ , es decir, todos tienen la misma importancia para conformar la calidad de 100%.

## 7. INCIDENCIA DE LA SUBCONTRATACIÓN DE MICROEMPRESAS SOBRE LOS INDICADORES DE CALIDAD

Establecido el modelo que determina cuantitativamente la calidad considerando los indicadores listados se procederá a medir la calidad de forma general, para tal propósito se realizará un muestreo estadístico para cada una de las especialidades respecto al período a estudiar. Posteriormente esta medición de calidad general se utilizará para medir la incidencia de la subcontratación de microempresas en dicha medición de calidad.

El tamaño de muestra se establecerá en función de los parámetros de subcontratación (capítulo 5) un tamaño de muestra general (considerando la variabilidad) y de dicha muestra general se establecerá la proporción para cada especialidad de trabajo dentro del periodo definido.

Tabla IX. Órdenes atendidas con participación de microempresas por especialidad

Especialidad	2012	2013	2014	2015	2016
Extensiones de líneas	8918	8968	9029	9093	8950
Mejoras a red existente	3038	3019	2970	3003	3003
Redes Privadas	474	566	466	412	435
Averías	28753	28863	28821	28778	28714
Variantes de red	1415	1461	1502	1596	1418
Órdenes Preventivas	738	804	769	734	733
Alumbrado Público	1403	1409	1433	1463	1421

Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación Enérgica SA

En función de los registros de órdenes atendidas es posible calcular algunos datos estadísticos básicos sobre los cuales se calculará la muestra:

Tabla X. Estadística descriptiva de la población

Media	6416.34286
Error típico	1633.87345
Desviación estándar	9666.12568
Varianza de la muestra	93433985.7
Totales	224572

Fuente: Elaboración propia en base a datos poblaciones

Para el cálculo de tamaño de muestra se utilizara la ecuación que cumple con las características de población finita y conocida.

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{(N - 1)E^2 + z^2\sigma^2}$$

En donde:

“N” Corresponde al total de la población

“z” corresponde al nivel de confianza según la distribución normal

“σ” corresponde a la desviación estándar poblacional.

Vale la pena mencionar que el valor de error esperado fue calculado en base a una variación de 1000 unidades. Dicho error aceptado equivale al .04% del total de la población. Como procedimiento de validación, una vez calculada la muestra se calculará el error real, la cual también deberá ser menor al error de la muestra considerada. Dichas consideraciones “son el resultado de muestras aceptables de variabilidad y cálculo de errores típicos no inferenciales” (Walpole, 2006, pág. 373)

El nivel de confianza es de 99.9% lo cual equivale a  $Z=2.575$  según la distribución normal.

El procedimiento de cálculo es:

$$n = \frac{(224572)(2.575^2)(9666.12568)^2}{(224572 - 1)(1000)^2 + (2.575)^2(9666.12568)^2}$$

$$n = 617.8a \text{ aprox } (618)$$

Ya calculado el total de elementos a conformar la muestra, se realizará una proporción en función de cada especialidad de trabajo en cada año. El porcentaje de la proporción se aplicará directamente al tamaño de muestra calculado para determinar cuántos trabajos de cada tipo y cada año deben ser seleccionados.

El valor de las proporciones corresponde a:

Tabla XI. Proporción anual por tipo de trabajo

Especialidad	Proporción				
	2012	2013	2014	2015	2016
Extensiones de líneas	0.03971109	0.039933741	0.04020537	0.040490355	0.03985359
Mejoras a red existente	0.01352796	0.01344335	0.01322516	0.013372103	0.0133721
Redes Privadas	0.00211068	0.00252035	0.00207506	0.001834601	0.00193702
Averías	0.12803466	0.128524482	0.12833746	0.128145984	0.127861
Variantes de red	0.00630087	0.006505709	0.00668828	0.007106852	0.00631423
Ordenes Preventivas	0.00328625	0.003580144	0.00342429	0.00326844	0.00326399
Alumbrado Público	0.00624744	0.006274157	0.00638103	0.006514614	0.00632759

Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación Enérgica SA

En proporción al tamaño de muestra y redondeado el inmediato superior la muestra estará compuesta de la siguiente manera:

Tabla XII. Elementos de muestra por tipo de trabajo

Especialidad	Año				
	2012	2013	2014	2015	2016
Extensiones de líneas	25	25	25	26	25
Mejoras a red existente	9	9	9	9	9
Redes Privadas	2	2	2	2	2
Averías	80	80	80	80	80
Variantes de red	4	5	5	5	4
Ordenes Preventivas	3	3	3	3	3
Alumbrado Público	4	4	4	5	4

Fuente: Elaboración propia con registros de subcontratación Enérgica SA

Por efecto del ajuste de redondeo al inmediato superior, la muestra estará ahora compuesta por 640 elementos, y cuenta con la siguiente estadística descriptiva:

Tabla XIII. Estadística descriptiva de la muestra

Media	18.28571429
Error típico	4.503886544
Desviación estándar	26.64535213
Varianza de la muestra	709.9747899
Totales	640

Fuente: Elaboración propia en base a datos muestrales

Para validar que se cumpla con el nivel de confianza y con el error esperado dentro del tamaño de muestra ajustado, se despejará algebraicamente el valor de “E” para la muestra ajustada “n=640” en donde “E”, debe ser menor al error esperado 1000 considerando el uso de la desviación estándar muestral.

$$E = \sqrt{\frac{Nz^2\sigma^2 - z^2n}{n(N-1)}}$$

$$E = \sqrt{\frac{(224572)(2.575)^2(26.645352)^2 - (2.575)^2(640)}{(640)(224572 - 1)}}$$

$$E(\text{ajustado}) = 2.7121$$

La muestra se considera valida, ya que el error muestral es menor que el error esperado.

Para la selección de la muestra respecto los detalles de la conformación de la misma se seguirá un procedimiento de selección aleatoria simple, su base de cálculo para los elementos a seleccionar es:

$$\text{Posición a seleccionar} = 1 + \frac{\text{Total especialidad por año}}{\text{Cantidad por especialidad} - \text{año}} \times (\text{cantidad por especialidad año})!$$

De esta manera se logra distribuir de forma homogénea la cantidad de elementos a seleccionar, cabe mencionar que como criterio inclusivo el valor del factorial de (cantidad por especialidad y año)!, se considera desde 0.

Dentro de la sección de anexos, se muestran las unidades a seleccionar por cada especialidad y año. La muestra en su conjunto será evaluada dentro del modelo de maximización desarrollado y en base a un procedimiento de correlación, se determinará el impacto de cada indicador sobre la calidad en forma separada y en su conjunto.

En función del procedimiento anterior se extrajo una muestra cuya finalidad es la de guardar la misma proporción que la población respecto a especialidades por trabajo y respecto a año de ejecución, a continuación se muestra un comparativo que detalla la semejanza entre la muestra extraída y el total de órdenes para el periodo 2012 – 2016 así como la variación absoluta entre las proporciones.

En base a lo anterior es posible evidenciar la homogeneidad de la muestra, para su posterior linealización y prueba de hipótesis. El comparativo respecto a proporción por año muestra:

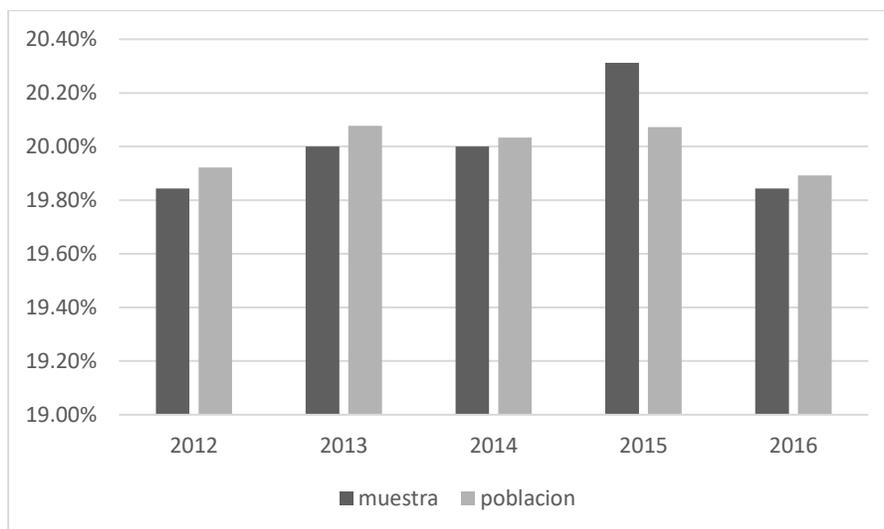
Tabla XIV. Comparativo Población vs muestra según año

Año	Muestra	Población	Diferencia
2012	19.84%	19.92%	0.08%
2013	20.00%	20.08%	0.08%
2014	20.00%	20.03%	0.03%
2015	20.31%	20.07%	0.24%
2016	19.84%	19.89%	0.05%

Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

Ninguna variación supera .25%

Figura 14. Comparativo Muestra vs Población según año



Fuente: Elaboración propia con datos de la población y muestra

El comparativo respecto a proporción por especialidad de trabajo muestra:

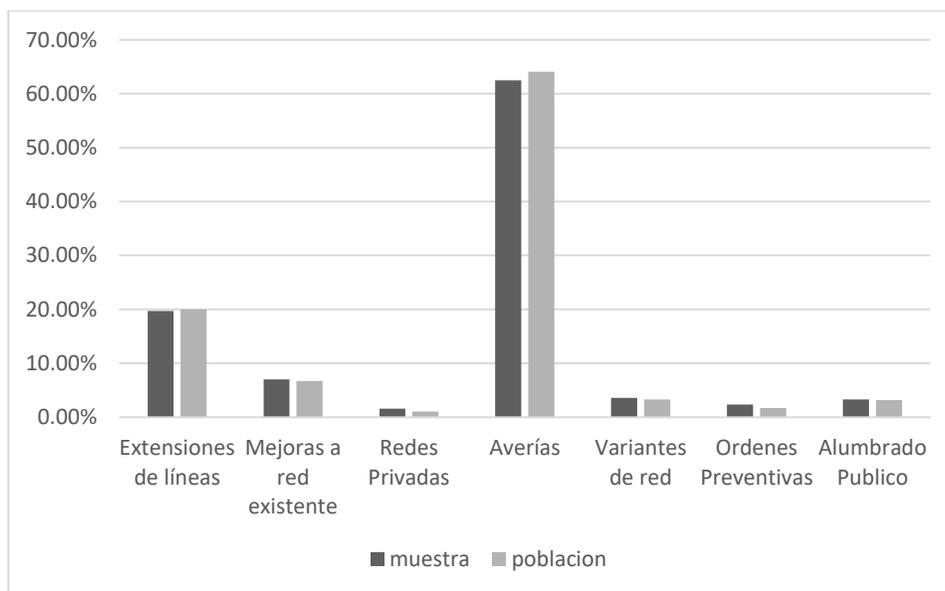
Tabla XV. Comparativo Muestra vs Población según especialidad de trabajo

Año	Muestra	Población	Diferencia
Extensiones de líneas	19.69%	20.02%	0.33%
Mejoras a red existente	7.03%	6.69%	0.34%
Redes Privadas	1.56%	1.05%	0.51%
Averías	62.50%	64.09%	1.59%
Variantes de red	3.59%	3.29%	0.30%
Ordenes Preventivas	2.34%	1.68%	0.66%
Alumbrado Publico	3.28%	3.17%	0.11%

Fuente: Elaboración propia con datos de la población y muestra

Para el caso de la especialidad de trabajo, la variación no supera el 2%

Figura 15. Comparativo Muestra vs Población según especialidad de trabajo



Fuente: Elaboración propia con datos de la población y muestra

La conformación completa de la muestra extraída se muestra como Anexo 2.

Con la muestra conformada se procederá a realizar una regresión respecto a cada indicador por separado y posteriormente a la integración de indicadores para calidad general, esto dentro del marco del cumplimiento de los objetivos plateados para establecer la incidencia de la subcontratación sobre cada indicador y sobre la calidad en general.

El valor correspondiente a la subcontratación para las evaluaciones de cada indicador individual como para la integración de la calidad en modelo generado, corresponde directamente a la participación de la microempresa en el proyecto analizado.

### 7.1. SUBCONTRATACIÓN VS CUMPLIMIENTO DE NORMA

Para el procedimiento de regresión se considera la subcontratación como variable independiente y el cumplimiento de la norma como variable dependiente, es decir, se determinará el impacto que la subcontratación tiene sobre el cumplimiento de la norma.

La regresión se considera lineal debido al modelo de integración de calidad general el cual en su solución numérica se muestra como una ecuación multivariable de grado 1. ( $C = 0.25(C + T + N + S)$ ) en cada indicador. Dicha linealidad se considerará para todos los indicadores.

Tabla XVI. Estadísticas de la regresión (Subcontratación vs Norma)

Intercepción	0.72332789
Pendiente de la recta	-0.43822503
R <sup>2</sup> ajustado	0.16412551
Observaciones	640

Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

La intercepción corresponde al valor donde la variable independiente corresponde a cero, y por tanto indicaría los incumplimientos de la norma que no son atribuibles a la subcontratación de microempresas, para este caso, implicaría que sin contar con la subcontratación de microempresas, el cumplimiento de la norma constructiva es de alrededor de 72.33%.

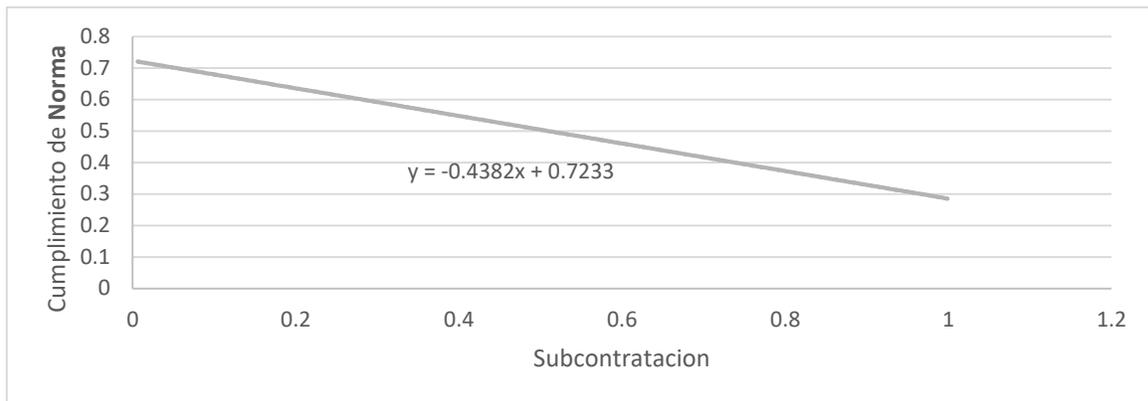
El valor de la pendiente corresponde a la pendiente de la recta de regresión, de esta dado que es menor que cero, puede establecerse que hay una relación inversa entre la subcontratación de microempresas y el cumplimiento de la norma, es decir, a mayor subcontratación, se reduce el cumplimiento de la norma constructiva a razón de 43.82%.

El valor de determinación ( $R^2$ ) establece el nivel de concordancia entre las variables sujetas a análisis, entiendo que mientras más se aproxime a la unidad, más fuerte será la correlación lineal, para este caso el nivel de concordancia es bajo ( $0.1641 < 1$ ), la diferencia entre dichos valores era previsible y se debe principalmente a que esta regresión incluye únicamente una de las cuatro variables en mención.

Cabe mencionar que la cantidad de observaciones listadas deben de corresponder al tamaño de muestra, dicha cantidad se mantendrá constante, ya que el tamaño de muestra es el mismo para todos los indicadores.

Gráficamente la regresión se representa de la siguiente manera:

Figura 16. Subcontratación vs Cumplimiento de norma



Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

El modelo de regresión corresponde a  $N = -0.4382S + 0.7233$

## 7.2. SUBCONTRATACIÓN VS CUMPLIMIENTO DE SEGURIDAD

Nuevamente se considerará la subcontratación como la variable independiente para determinar el impacto sobre la subcontratación sobre el cumplimiento de la normativa de seguridad (según el sistema de medición definido). Las estadísticas de la regresión son:

Tabla XVII. Estadística Regresión (Subcontratación vs Seguridad Industrial)

Intercepción	0.76712282
Pendiente de la recta	-0.52952868
R <sup>2</sup> ajustado	0.19044509
Observaciones	640

Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

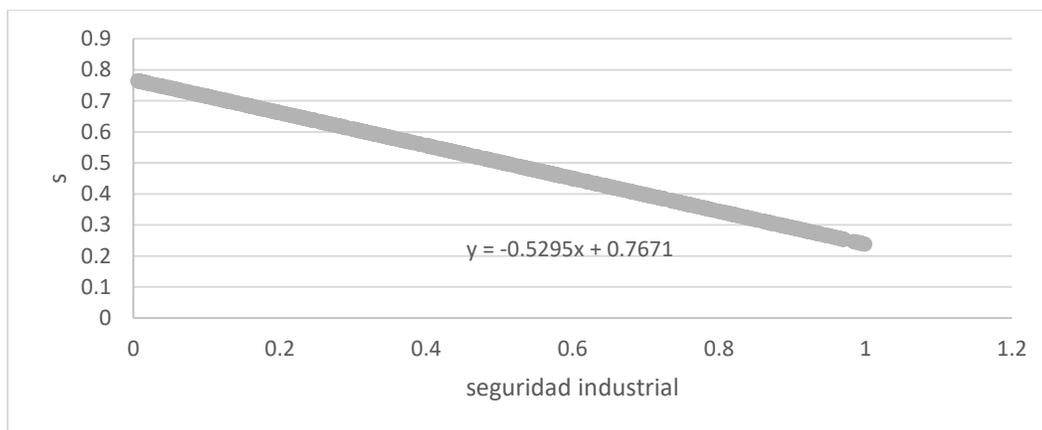
El intercepto corresponde a al nivel de cumplimiento de la normativa de seguridad en caso de que la subcontratación sea nula, es decir, que de no existir subcontratación el cumplimiento de normativo de seguridad correspondería a un

76.71%, por complemento, es posible afirmar que el 23.29% de las no conformidades dentro de la normativa son ajenas a la subcontratación.

Mediante la pendiente del curva, de este caso puede establecerse una relación inversamente proporcional, con una proporción de 52.95%. Es decir, cualquier incremento unitario en la subcontratación, tiene un efecto de reducción en el cumplimiento de la norma.

Para el caso del nivel de determinación ( $R^2$ ), nuevamente este se presenta como un valor muy bajo respecto a la correlación perfecta ( $R^2 = 1$ ), lo cual es atribuible a que dichos indicadores están siendo medidos de forma separada, cada uno de ellos aporta únicamente el 25% del valor de calidad máxima que puede alcanzarse. Al igual que el caso anterior, la regresión se tomó con la totalidad de la muestra diseñada, es decir, los 640 elementos.

Figura 17. Subcontratación vs Seguridad industrial



Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

El modelo para este indicador generado mediante la correlación es:  $S = -0.5295s + 0.7671$

### 7.3. SUBCONTRATACIÓN VS TEMPORALIDAD

Siendo la subcontratación la variable independiente se establecerá de qué forma impacta el nivel de subcontratación respecto a sus tiempos de entrega, siendo estos últimos la variable dependiente.

Los datos estadísticos de dicha regresión son:

Tabla XVIII. Estadística Regresión (Subcontratación vs Temporalidad)

Intercepción	1.09111714
Pendiente de la recta	-1.22709684
R <sup>2</sup> ajustado	0.48426598
Observaciones	640

Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

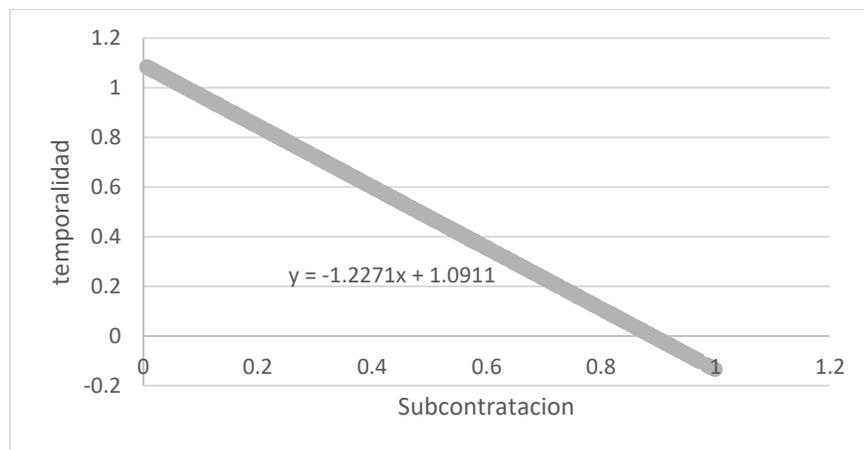
La intersección denota el punto en donde la variable independiente tiene un valor de cero, para este caso, del valor del intercepto se puede establecer que prácticamente al no existir subcontratación no se transgreden los tiempos de entrega tanto de los resultados de la construcción y mantenimiento de redes como de la entrega de papelería asociada a los mismos. En este caso particular, el cumplimiento de la temporalidad es total al no acudir a la subcontratación de microempresas.

Para el caso de la pendiente de la recta, puede establecerse que en la medida en la que se involucran las microempresas el cumplimiento de la temporalidad se reduce, de allí el signo negativo de la pendiente, y se reduce en una proporción mayor a la subcontratación misma, es decir de 122%, esto se interpreta como la introducción de un factor de tiempo más grande, es decir, al darse la subcontratación existen más factores asociados a la extensión de la temporalidad.

El nivel de determinación, para este caso en particular, supera el de los dos indicadores anteriores, esto se debe a que el diseño del indicador de medición por temporalidad es dicotómico, es decir, únicamente establece cumplimiento o no cumplimiento y ya que la relación es inversamente proporcional que supera la proporción 1:1, se espera que tenga correlación más alta con los valores muy altos (cerca de 1) y muy bajos (cerca de 0) para la variable dependiente.

De igual manera, se presenta una correlación relativamente baja ( $0.4842 < 1$ ), aunque igualmente se ve afectado por que corresponde a uno de cuatro indicadores involucrados. La representación gráfica de la correlación es:

Figura 18. Subcontratación vs temporalidad de ejecución



Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

La ecuación que representa la relación entre la subcontratación y la temporalidad es  $t = -1.2271S + 1.0911$

#### 7.4. SUBCONTRATACIÓN VS GESTIÓN DE MATERIALES

El último indicador a evaluar antes de la integración de calidad corresponde a la gestión de materiales, nuevamente la subcontratación afecta la gestión de

materiales en un modo similar al de los cuatro indicadores anteriores, los datos de la regresión son:

Tabla XIX. Estadística Regresión (Subcontratación vs Materiales)

Intercepción	0.71922304
Pendiente de la recta	-0.44631275
R <sup>2</sup> ajustado	0.18042397
Observaciones	640

Fuente: elaboración propia con datos de la muestra

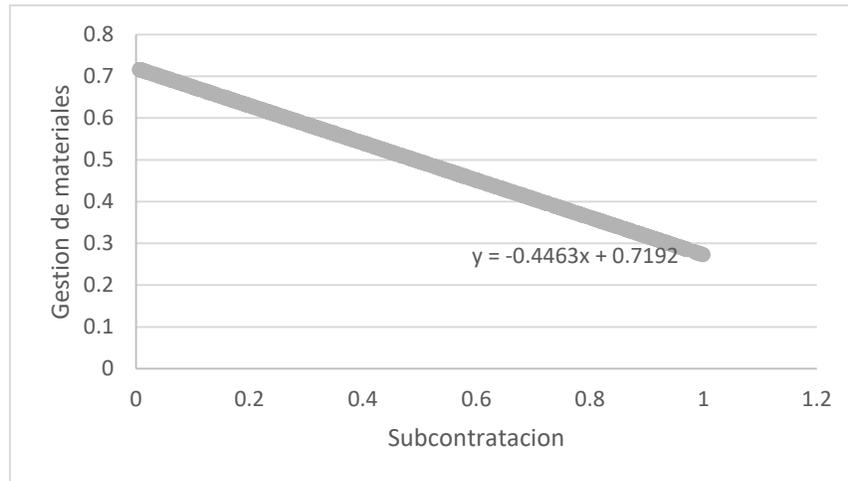
Al igual que los casos anteriores el intercepto (es decir donde no existe la subcontratación) corresponde a un 71.92%, puede establecerse que hay un 28.08% de no conformidades dentro de la gestión de materiales la cual no puede atribuirse a la subcontratación de microempresas.

El valor de la pendiente, al igual que en todos los casos anteriores, indica que es inversa respecto a la variable independiente (a eso se debe el signo negativo) y que la gestión de materiales reduce en 44.63% por unidad de incremento de subcontratación.

Para el caso de la determinación, está nuevamente representa uno de los cuatro indicadores que integran la medición de calidad, razón por la cual no puede esperarse un valor muy cercano a uno, el cual representaría alta correlación. Para este caso concreto la correlación responde a un valor de 0.1804, el cual, también se ve afectado por el cálculo del indicador, el cual corresponde a cumplimiento o no cumplimiento en términos dicotómicos (0,1), es decir cualquier valor continuo que corresponda a subcontratación, estará asociado a un valor discreto de gestión de materiales.

La representación gráfica de la regresión es la siguiente:

Figura 19. Subcontratación vs gestión de materiales



Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

La ecuación de regresión es:  $y = -0.4463x + 0.7192$

Respecto a las regresiones anteriores puede afirmarse que el impacto de la subcontratación sobre cada indicador de forma aislada es negativo (aunque en diferentes proporciones), es decir, el nivel de cumplimiento de cada uno por separado disminuye en función que aumenta la subcontratación.

A continuación se presentará el proceso de regresión similar al realizado para los indicadores, con la diferencia que el procedimiento se realizará en base al modelo de calidad que integra de forma simultánea los cuatro indicadores analizados por separado. En función de dicha integración, se espera que el nivel de correlación sea significativamente más alto que el de los indicadores aislados.

## 8. MODELO DE CALIDAD INTEGRADO Y SU VALIDACIÓN INFERENCIAL

En la sección anterior se realiza un análisis de regresión lineal sobre la relación existente entre los indicadores por separado y el nivel de subcontratación. Como medio para integrar los indicadores en un solo modelo de calidad, se realizó un modelo de maximización según el cual, la solución óptima existe siempre y cuando todos los indicadores tengan el mismo valor y difieran de cero.

El modelo desarrollado en el capítulo 6 establece:

$$C = 0.25(N + S + T + M)$$

A continuación se desarrollará el mismo esquema de regresión lineal (para determinar relación y proporción) respecto a la muestra calculada, con la diferencia que como variable dependiente se utilizará la integración de los valores de los indicadores dentro del modelo calculado, mientras que la variable independiente sigue siendo el nivel de subcontratación.

Al igual que en los caso anteriores, se considera el modelo lineal para la regresión debido a que la integración de todos los indicadores para el modelo de calidad general es de grado uno, es decir, multivariable pero lineal.

En función de lo anterior, el modelo lineal:

$$y = mx + b$$

Debe responder a:

$$C = mS + b$$

En donde:

*C: calidad impactada por subcontratación*

*m: pendiente que determina el sentido y proporción en que la calidad se ve afectada por la subcontratación*

*b: nivel de calidad ajeno a la subcontratación*

Los datos de la regresión correspondiente a la muestra para la medición del efecto de la subcontratación sobre la calidad es:

Tabla XX. Estadística Regresión (S vs Q)

Intercepción	0.82519772
Pendiente de la recta	-0.66029083
R <sup>2</sup> ajustado	0.97500876
Observaciones	640

Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

En función de la regresión realizada entre el nivel de subcontratación y la integración de los indicadores de calidad, las estadísticas de dicha regresión indican que cuando el nivel de subcontratación equivale a cero, el nivel de calidad integrada equivale al 82.51% y por tanto el nivel de “no calidad” es de 17.49%, vale la pena mencionar que dicho nivel de “no calidad” correspondería tanto a la medición de indicadores de forma separada como a falencias en calidad no asociadas a la subcontratación.

El estadístico mostrado como pendiente de la recta corresponde a la pendiente de la recta de regresión, el sentido negativo de la misma indica una relación inversamente proporcional, es decir, que a medida que la subcontratación de

microempresas incrementa el nivel de calidad disminuye. Dicho estadístico también permite establecer la proporción de esa disminución, para este caso unitariamente por cada incremento en la subcontratación la calidad disminuye en un 66.02%

El nivel de determinación  $R^2$  indica el nivel de asociación que tienen los miembros aislados de cada variable, por lo tanto mientras más se acerque a la unidad indicará un alto nivel de asociación, para este caso la correlación es alta, 97.5%. A diferencia de los casos anteriores, en donde la correlación tenía valores bastante dispersos, la integración de los indicadores de calidad muestra un alto nivel de correlación con la subcontratación.

El fenómeno del incremento de la correlación respecto a los indicadores separados se debe a que al unificar la variable dependiente por cuatro variables aisladas estas reducen su variabilidad entre sí.

La ecuación que describe la incidencia de la subcontratación sobre los indicadores de calidad para construcción y mantenimiento de redes eléctricas es:

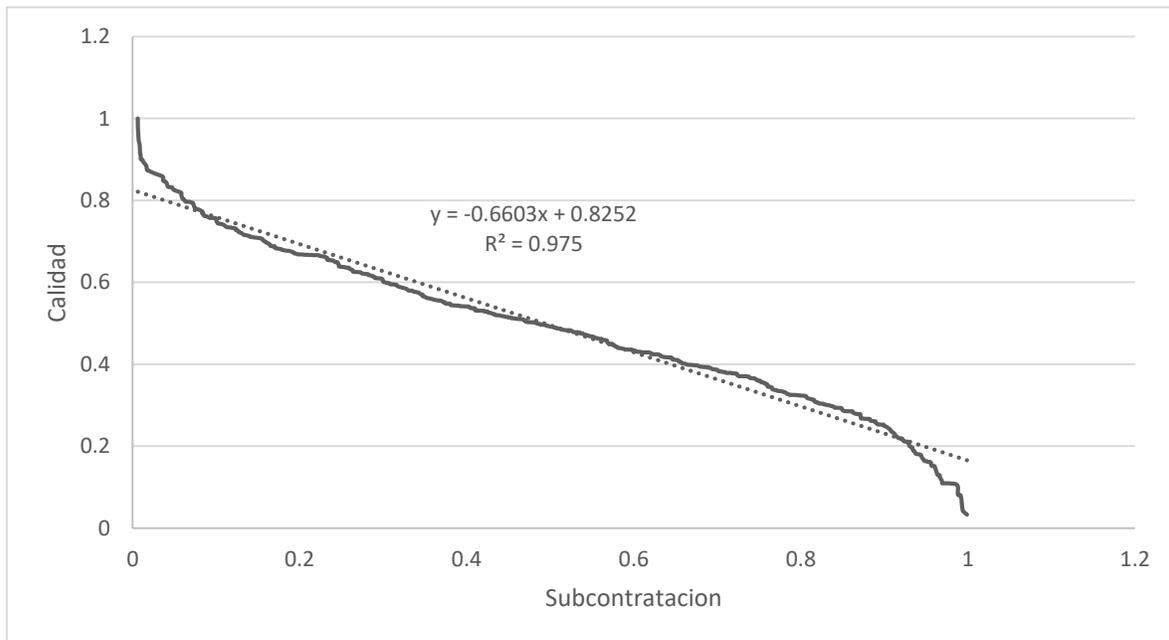
$$y = -0.6603x + 0.8252$$

Para los términos de variable utilizados, la misma ecuación se reescribe como:

$$C = -0.6603S + 0.8252$$

Y su representación gráfica es la siguiente:

Figura 20. Incidencia de la subcontratación sobre la calidad



Fuente: Elaboración propia con datos de la muestra

Con el objetivo de la validación de la hipótesis planteada, es decir, determinar que la subcontratación de microempresas incide directamente sobre los indicadores de calidad de construcción y mantenimiento de redes, a continuación se plantea la prueba inferencial de la regresión que describe dicho fenómeno.

### 8.1. ANÁLISIS INFERENCIAL DE LA REGRESIÓN

Para la validación del modelo de regresión calculado ( $C = -0.6603S + 0.8252$ ), se utilizarán técnicas de inferencia estadística mediante la cual “a partir de la información empírica proporcionada por una muestra, se determina el comportamiento de una determinada población con un riesgo de error medible en términos de probabilidad.” (Walpole, 2006, pág. 420)

Bajo esos términos a continuación se plantea una breve descripción del procedimiento de contraste de hipótesis y el análisis de variabilidad:

Los métodos de contraste de hipótesis tienen como objetivo comprobar si determinado supuesto referido a un parámetro poblacional, o a parámetros análogos de dos o más poblaciones, es compatible con la evidencia empírica contenida en la muestra.

Para cualquier hipótesis, el contraste se basa en establecer un criterio de decisión, que depende en cada caso de la naturaleza de la población, de la distribución de probabilidad y del control que se desea fijar a priori sobre la probabilidad de rechazar la hipótesis contrastada en el caso de ser ésta cierta.

La herramienta mediante el cual se realizará el contraste de hipótesis es la del Análisis de Varianza (ANOVA), la cual, básicamente consiste en una prueba de hipótesis en que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

Para ejecutar un ANOVA, debe tener una variable de respuesta continua y al menos un factor categórico con dos o más niveles. Los análisis ANOVA requieren datos de poblaciones que sigan una distribución aproximadamente normal con varianzas iguales entre los niveles de factores. Sin embargo, los procedimientos de ANOVA funcionan bastante bien incluso cuando se viola el supuesto de normalidad

La operatoria básica del análisis de variables, se establece como:

*$\hat{y}$  es un estimador de  $y_i$*

$$y_i - \bar{y} = (y_i - \hat{y}) + (\hat{y} - \bar{y})$$

Es decir, la diferencia de un valor real y su valor medio, equivale a la suma de las diferencias entre el valor real y su estimador y la suma del indicador menos el valor medio. Para establecer valores reales y positivos, la misma diferencia, será totalizada como diferencia de cuadrados de la siguiente forma:

$$\sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum (y_i - \hat{y})^2 + \sum (\hat{y} - \bar{y})^2$$

Es decir, la suma cuadrados totales  $\sum (y_i - \bar{y})^2$  equivale a la suma de cuadrados residuales  $\sum (y_i - \hat{y})^2$  y la suma de los cuadrados de la regresión  $\sum (\hat{y} - \bar{y})^2$ , de tal forma la el análisis de varianza se puede resumir como:

$$SUMA DE CUADRADOS TOTALES = SUMA DE CUADRADOS RESIDUALES + SUMA DE CUADRADOS DE LA REGRESIÓN$$

$$SCT = SCError + SCRegresion$$

Ligado a los grados de libertad de la estimación, puede realizarse una tabla de análisis de varianza con base a los siguientes datos:

Tabla XXI. Análisis de varianza “Calidad vs Subcontratación”

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F
Regresión	$\sum (\hat{y} - \bar{y})^2$	1	$CMreg = \sum (\hat{y} - \bar{y})^2$	$\frac{CMreg}{CMe}$
Error	$\sum (y_i - \hat{y})^2$	n-2	$CMe = \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{n-2}$	
Totales	$\sum (y_i - \bar{y})^2$	n-1	$\frac{SCT}{n-1}$	

Fuente: Elaboración propia con base a (Walpole, 2006, pág. 420)

Debido a la naturaleza inferencial de la prueba, se realiza la relación entre los cuadrados medios de regresión y cuadrados medios de error como un indicador para la prueba de Fischer.

Se denomina prueba "F" a cualquier prueba en la que el estadístico utilizado sigue una distribución F en donde la hipótesis de que las medias de múltiples poblaciones normalmente distribuidas y con la misma desviación estándar son iguales.

Para este caso en concreto, la tabla de análisis de variables corresponde a:

Tabla XXII. Análisis de varianza "Calidad vs Subcontratación"

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Regresión	1	22.41573	22.41573	24930.96
Error	638	0.573634	0.000899	
Total	639	22.98936		

Fuente: Elaboración propia con datos de regresión lineal

Como paso previo al contraste de hipótesis para la prueba de Fischer, se detalla la relación del coeficiente de determinación, el cual, como estadístico representa la proporción de variación explicada por la regresión y por tanto es una medida relativa del grado de asociación lineal entre las variables.

Para tal caso puede establecerse una relación entre la suma de cuadrados de la regresión y la suma de cuadrados totales, de la forma:

$$R^2 = \frac{SC_{regresion}}{SC_{Totales}} \rightarrow 1 - \frac{SC_{error}}{SC_{Totales}}$$

En función de la relación anterior, el coeficiente de determinación únicamente podrá tomar valores en el intervalo (0,1), en donde un valor de 0 o muy cercano a cero

implica una baja capacidad explicativa de la regresión, y por el contrario un valor cercano a uno, implica un alto nivel explicativo para la variable.

Para este caso concreto

$$R^2 = \frac{SC_{regresion}}{SC_{Totales}} \rightarrow \frac{22.41573}{22.98936}$$

$$R^2 = 0.9750$$

Puede determinarse que tiene un valor bastante cercano a 1, por tanto la variable dependiente (Calidad) es altamente explicada por la variable independiente (Subcontratación).

Como complemento del coeficiente de determinación, se encuentra su versión lineal, es decir, el coeficiente de correlación, el cual básicamente mide el nivel de asociación entre las variables dependiente e independiente. En forma general el coeficiente de correlación se calcula como:

$$R = \frac{Covxy}{SxSy} \rightarrow -1 < R < 1$$

De donde puede generalizarse que un valor de  $R=-1$ , implica una relación lineal negativa perfecta (inversamente proporcional) mientras que  $R=1$ , implica una relación proporcional perfecta. Para este caso, la covarianza y el producto de las desviaciones corresponde a:

$$R = \frac{-0.05312}{(0.2831)(0.18823)}$$

$$R = -0.98744$$

Este último valor puede validarse realizando la operatoria aritmética que corresponde a la raíz cuadrada del coeficiente de determinación, el cual coincide en su valor escalar  $\sqrt{0.975047} \rightarrow 0.98744$ , es decir, el coeficiente de determinación corresponde al cuadrado del coeficiente de correlación en su forma absoluta.

Dado este coeficiente de correlación, puede apreciarse que el nivel de asociación lineal entre la subcontratación y la calidad es bastante alto, y que esta es inversamente proporcional, tal como lo denota la pendiente de la recta de regresión.

## 8.2. CONTRASTE DE HIPÓTESIS

En su forma general, “contraste de hipótesis es un procedimiento para juzgar si una propiedad que se supone en una población estadística es compatible con lo observado en una muestra de dicha población” (Walpole, 2006, pág. 134), aunque para este caso en concreto la relación población-muestra, es sustituido por la relación de variabilidades, es decir, se descompone la variabilidad de la variable respuesta en variabilidad explicada por el modelo más variabilidad no explicada o residual, esto permitirá contrastar si el modelo es significativo o no.

Dicha relación, es la registrada en la tabla de ANOVA, en las relaciones de cuadrados medios para la regresión y cuadrados medios para los errores o residuos, para medir dicha relación se realiza un contraste de hipótesis en donde la regla de decisión para el modelo, es la siguiente:

$$y = \alpha + \beta x$$

Para la hipótesis nula

$$H_0 \rightarrow \beta = 0$$

Es decir, de aceptar la hipótesis nula el modelo deja de ser línea y se convierte en una constante del tipo  $y = \alpha$ , por tanto no existe relación entre las variables dependiente e independiente y su variabilidad no está relacionada.

Para la hipótesis alterna

$$H_a \rightarrow \beta \neq 0$$

Retomando el modelo lineal general, ( $y = \alpha + \beta x$ ), si  $\beta \neq 0$  implica que hay una línea de la variable respuesta respecto a la regresora, es decir las variables dependientes e independientes. La tabla del análisis de varianza original, muestra:

Tabla XXIII. Análisis de varianza "Calidad vs Subcontratación"

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Regresión	1	22.41573	22.41573	24930.96
Error	638	0.573634	0.000899	
Total	639	22.98936		

Fuente: Elaboración propia con datos de regresión lineal

El valor de F como indicador se calcula en base a la relación  $\frac{CM_{reg}}{CM_e}$ , para este caso:

$$F = \frac{CM_{reg}}{CM_e}$$

$$F = \frac{22.4153}{0.000899}$$

$$F = 24930.96$$

Dicho valor de  $F$  se cotejará con los valores de la distribución de Fischer a un nivel de confiabilidad establecido. Como referente para el nivel de significancia para el

cálculo de “F”, se toma el mismo nivel de confiabilidad considerado para el tamaño de muestra (es decir, 99.99%) y por tanto un nivel de significancia de es de 0.01%.

La operatoria del contraste de hipótesis como tal responde a:

$$\begin{cases} H_0: \beta = 0 \\ H_1: \beta \neq 0 \end{cases}$$

Con un nivel de significancia de 0.01%, la regla de decisión responde a:

$$\begin{aligned} F_{exp} > F_{\alpha,1,n-2} & \text{ (rechazar } H_0) \rightarrow \text{ modelo lineal} \\ F_{exp} < F_{\alpha,1,n-2} & \text{ (aceptar } H_0) \rightarrow \text{ modelo no lineal} \end{aligned}$$

Para este caso en particular los datos del valor F de referencia son:

$$F_{\alpha,1,n-2} = 6.67476$$

La aplicación de la regla de decisión responde a:

$$F_{exp} = 24930.96$$

$$24900.96 > 6.67476 \text{ (rechazar } H_0) \rightarrow \text{ modelo lineal}$$

Se rechaza la hipótesis nula de la no linealidad del modelo, por tanto se acepta la hipótesis alterna ( $H_a \rightarrow \beta \neq 0$ ) y por tanto se cumple con el modelo de  $(y = \alpha + \beta x)$  en donde la variación de una variable incide en otra. Para este caso en concreto, puede establecerse que con un nivel de confianza de 99.99%, la ecuación que describe el comportamiento de la subcontratación y su incidencia sobre la calidad responde a:

$$C = -0.6603S + 0.8252$$

Explicando en sí misma, el 97.5% de la variación de la calidad en construcción y mantenimiento de redes corresponde a la subcontratación.

## 9. CONCLUSIONES

- a. Se comprueba la hipótesis planteada, existe una correlación inversa entre el uso microempresas subcontratadas y los resultados de los indicadores de calidad para construcción y mantenimiento de redes eléctricas.
- b. Dentro de sus condiciones operativas, las microempresas cuentan un vehículo de trabajo, no se cuenta con la herramienta y equipo mínimo de trabajo en su totalidad. Se constituyen, por alrededor de 5 personas en donde no se da de forma clara la separación de las funciones de cada trabajador, y no cuentan con formación completa para trabajos en tensión.
- c. La demanda de las microempresas subcontratadas corresponde principalmente a los trabajos de mantenimiento y construcción de redes eléctricas asociadas a la distribuidora en el municipio de Guatemala, y en menor medida a trabajos particulares.
- d. Los indicadores generados para la medición de calidad general son: cumplimiento de norma constructiva (N), trabajo seguro (S), temporalidad de ejecución (T), gestión de materiales (M).
- e. La integración de los indicadores calculados mediante un sistema permite la medición de forma integral en la que cada indicador tiene una ponderación equivalente, es decir, para la calificación total de calidad cada uno de los indicadores tiene igual importancia.

## 10. RECOMENDACIONES

- a. Definir de forma contractual los recursos mínimos (camiones, herramienta, equipo de protección colectivo y equipo de protección personal) con los cuales debería contar la microempresa antes de empezar operaciones, esto en función de evitar la incorporación de microempresas que impacten negativamente en alguno de los indicadores de calidad o bien comprometan sus activos o personal a riesgos innecesarios.
- b. Generar un manual de buenas prácticas de calidad, el cual, en líneas generales deberá establecer procedimientos básicos para cumplir los requerimientos respecto a normas de construcción, seguridad industrial, temporalidades de ejecución y gestión de materiales.
- c. Definir un perfil de la microempresa modelo, es decir, documentar todas las características mínimas con las que la microempresa debe de contar para facilitar el cumplimiento de los indicadores de calidad.
- d. Realizar una clasificación de las microempresas existentes, esto en función de determinar los niveles de cumplimiento de cada una y poder realizar acciones correctivas mejor dirigidas.
- e. Diseñar un sistema de evaluación para microempresas que permita, de la mano de la medición de desempeño regular, establecer áreas de mejora según los cuatro indicadores diseñados.
- f. Realizar una evaluación ex post, esto para determinar en qué forma se gestionan internamente los indicadores bajo los cuales impactan en la calidad de construcción y mantenimiento.

- g. Realizar un estudio financiero para determinar su rendimiento financiero por área y especialidad en el tiempo
- h. Diseñar un sistema de gestión que permita controlar los indicadores que pueden incidir negativamente dentro de las mediciones de calidad.

## 11. FUENTES

1. ADV. (2 de Mayo de 2017. Colombia: <http://adv.co/historia-del-outsourcing-más-allá-de-la-sub-contratación/>). ADV. Obtenido de <http://adv.co/historia-del-outsourcing-más-allá-de-la-sub-contratación/>
2. Alemán, D. (2 de Mayo de 2017. Venezuela: <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/forumhumanes/article/viewArticle/3268/471>  
2). Publicaciones URBE. Obtenido de OUTSOURCING DE SERVICIOS COMO ESTRATEGIA DE NEGOCIOS: <http://publicaciones.urbe.edu/index.php/forumhumanes/article/viewArticle/3268/471>
3. Atlantic International University. (2009). OUTSOURCING.
4. Celis Ospina, J. (2012). La subcontratación laboral en America Latina. Medellin: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
5. Comisión Económica para América Latina. (2004). Desarrollo Productivo en Economías Abiertas. Puerto Rico: Naciones Unidas.
6. Comision Nacional de Energía Eléctrica. (2000). Reglamento Ley General de Electricidad. Guatemala: CNEE.
7. Empresa Electrica de Guatemala. (1996). Manual Técnico del Liniero. Guatemala: EEGSA.
8. Empresa electrica de Guatemala. (2000). Curso Agente de Zona de Trabajo. Guatemala: Unión Fenosa.

9. Empresa Electrica de Guatemala. (2016). Activos de Red. Guatemala: Empresa Eléctrica de Guatemala.
10. Empresa Electrica de Guatemala- Empresa Constructora ENÉRGICA. (2013). Contrato para construcción de extensiones de líneas. Guatemala: EEGSA - ENERGICA.
11. Enérgica. (2016). Estados Financieros. Guatemala: Enérgica.
12. Garcia, A. (1999). Procesos de Subcontratación y cambios en la calificación de los trabajadores. Santiago de Chile: Comision Económica Para America Latina.
13. Gonzalez, J. (2013). Sistemas Eléctricos. Guatemala: Facultad de Ingeniera, Universidad de San Carlos de Guatemala.
14. Guatemala, C. d. (20 de Agosto de 2017).Codigo de Trabajo Guatemala. Obtenido de <http://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/WEBTEXT/29402/73185/S95GTM01.htm>
15. International Standars Organization. (2015). Norma ISO 9001:2005. Colombia: International Standars Organization.
16. Martínez Parra, J. (2000). Modelos de la relación cliente proveedor. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
17. Ministerio de Economía. (2016). Guatemala: <http://www.mineco.gob.gt/programa-nacional-de-la-microempresa>). Programa Nacional de Microempresa. Guatemala: Gobierno de Guatemala.

18. Ministerio de Energía y Minas. (2012). Distribución y Transporte de Energía Eléctrica Regional. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas.
19. Ministerio de Energía y Minas. (2015). Plan Nacional de Expansión del Transporte. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas.
20. Monroy Peralta, F. (2005). Montaje y Mantenimiento de Equipo. Guatemala: FIUSAC.
21. Montenegro Galindo, C. (2015). La Microempresa en Guatemala. Guatemala: Universidad Mariano Gálvez.
22. Operation Safety and Health Association. (2013). OSHA 18001. Minnessota: Departamento de Trabajo Estados Unidos.
23. Pérez Porto, J. (17 de Octubre de 2016. España: <http://definición.de/micro-empresa/>). Microempresas. Obtenido de Definiciones.es: <http://definición.de/micro-empresa/>
24. Perez Porto, J. (5 de Agosto de 2017). Definiciones.Es. Obtenido de <https://definición.de/parámetro/>
25. Ramírez, H. (2010). Principios de Mantenimiento. Guatemala: FIUSAC.
26. Reglamento, L. G. (1998). Ley General de Electricidad y su Reglamento. Guatemala: Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
27. Rozas González, M. (2016). Subcontratación en el sector Energético. Cantabria: Universidad de Cantabria.

28. Salazar, M. (2012). El outsourcing como proceso de transformación organizacional y su incidencia en el desarrollo de empresas aseguradoras de la ciudad de Manizales. Manizales: Universidad de Colombia.
29. Sánchez, J. (21 de Mayo de 2016. Colombia: <http://economipedia.com/definiciones/subcontratacion.html>). Economipedia. Obtenido de Economipedia.: <http://economipedia.com/definiciones/subcontratacion.html>
30. Sarache, W. (2004). PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE PROVEEDORES MEDIANTE TÉCNICAS. Pereira: Scientia et Technica.
31. Sashenka Pérez, A. (2006). Curso Redes Eléctricas. Bogota: Universidad Distrital Francisco José Caldas.
32. Universidad de Granada. (2007). Guía para la implantación de un sistema de indicadores. Granada: Universidad de Granada.
33. Villatoro Alfaro, P. (2012). Implicaciones laborales del outsourcing y la necesidad de regulación. Guatemala: Universidad de San Carlos.
34. Walpole, R. (2006). Probabilidad y Estadística para Ciencias e Ingeniería. Madrid: McGrawHill.

## **12. ANEXOS**

## 12.1. Formato Evaluacion Cumplimiento de Norma Constructiva

### Evaluacion de Conformidades

ESTUDIO \_\_\_\_\_ SOLICITANTE \_\_\_\_\_  
 DIRECCIÓN \_\_\_\_\_ ZONA \_\_\_\_\_  
 POBLACIÓN \_\_\_\_\_ DEPTO. \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

CÓDIGO	DESCRIPCION	Conformidad
300088	POSTE DE CONCRETO 40'	
770810	CADENA DE REMATE COMPLETA	
770910	SOPORTE RECTO PARA MADERA	
330041	AMARRADOR PREF. PARA 1/0 EN TANGENTE	
330045	AMARRADOR PREF. PARA 1/0 EN ANGULO	
770242	CRUCERO DOBLE DE 96" P.M.	
770238	CRUCERO SENCILLO DE 96" BANDERA P.C.	
770248	CRUCERO DOBLE DE 96" BANDERA P.C.	
771011	SOPORTE SEC. DE 1 CARRIZO	
771080	TANGENTE	
771088	DOBLE REMATE EN ANGULO	
331276	REMATE PREFORMADO 1/0 ACSR	
330004	ABRAZADERA DOBLE DE 5" A 7"	
332120	TORNILLOS DE CARRUAJE DE 1/2" X 6"	
310342	CABLE 1/0 ACSR	
310288	cable aluminio 4/0 asc	
330258	CONECTOR COMPRESIÓN WR-289 # 1/0 A 1/0	
330482	CUBIERTA PLÁSTICA C-7	
300716	poste de 40' concreto clase 2500	
300712	poste de 40' concreto clase 1500	
300710	poste de 40' concreto clase 1000	
330622	EMPALME ALUM.COMP.100%TEN.CABLE 1/0 ACSR	
330582	EMPALME ALUM.COMP.100%TENS.CABLE 4/0 AAC	
330680	ESTRIBO UNIVERSAL DE 6 A 1/0	
320098	CORTACIRCUITO DE 15 Kv 100 amp	
330732	GRAPA UNIVERSAL DE 6 1/0	
0771131	SOPORTE EXT. PRIMARIA DE 24 SENCILLA	
331360	SOPORTE PLASTICO DE 48"	
0771084	REMATE SENCILLO	
0771086	DOBLE REMATE EN LÍNEA	
300714	poste de 40' concreto clase 2000	
300744	poste de 45' concreto clase 2000	
300098	POSTE DE CONCRETO DE 18.00 M (59') C2000	

Relacion  
%

Conforme  
No Conforme

### Ejemplo de Hallazgos

	<b>DOCUMENTO:</b> Registro de Hallazgos <b>CÓDIGO:</b> POR - OCA - ENE901 <b>VERSIÓN:</b> 1 <b>EMISIÓN:</b> 11/10/2017 <b>TÍTULO:</b> Registro de Hallazgos de Recepción de Obra	<b>ENE901</b>
---	--	---------------

El presente registro contiene:

**1. Lista de Distribución del Registro:**

Jefe de Departamento de Almacenes y Normalización/Construcción de Líneas  
 Gestor de Evaluaciones Técnicas/Construcción de Líneas  
 Gerencia de Activos

**Parte II: Hallazgos de Normativa**

- No se reparó la banqueta tras la instalación del nuevo poste de concreto No. 440579.

Fotografía No.1



Fotografía No.1: La fotografía muestra la banqueta sin reparar.

<p>REVISION:</p>  <p>Revisado por: Ing. Hugo Alonzo        Fecha: 11/10/16</p>	<p>AUTORIZACION:</p>  <p>Autorizado por: Ing. Sergio Quinto        Fecha: 11/10/16</p>
---	--

**NOTA:** Este documento no está sujeto a modificaciones.

## 12.2. Formato Evaluación de Trabajo Seguro

		ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)																																						
Unidad No.	_____	PERMISO No.	_____	ATS No.	_____																																			
Dirección:	_____			Fecha	_____																																			
TAREA:	_____																																							
<b>PERMISO DE TRABAJO PARA EL ESTANDAR CRITICO QUE APLICA :</b>																																								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Descargo</td><td></td></tr> <tr><td>Rede</td><td></td></tr> <tr><td>Trabajo en caliente</td><td></td></tr> <tr><td>Trabajo en alturas</td><td></td></tr> </table>		Descargo		Rede		Trabajo en caliente		Trabajo en alturas		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Bloqueo y etiquetado</td><td></td></tr> <tr><td>Espacio confinado</td><td></td></tr> <tr><td>Izaje</td><td></td></tr> <tr><td>Manejo de cargas pesadas</td><td></td></tr> </table>				Bloqueo y etiquetado		Espacio confinado		Izaje		Manejo de cargas pesadas																				
Descargo																																								
Rede																																								
Trabajo en caliente																																								
Trabajo en alturas																																								
Bloqueo y etiquetado																																								
Espacio confinado																																								
Izaje																																								
Manejo de cargas pesadas																																								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: center;">Trabajo energizado</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Requisitos adicionales de EPP: (Lista)</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Herramientas especiales o equipo requerido</th> </tr> <tr> <td>Voltaje AT</td> <td>Arnes, Línea de Vida</td> <td>Proteccion auditiva</td> <td>Varas Aisladas</td> <td>Alfombra aislante</td> </tr> <tr> <td>Voltaje MT</td> <td>Guantes</td> <td>Uniforme de Trabajo</td> <td>Herramientas especiales</td> <td>Equipo de Rescate</td> </tr> <tr> <td>Voltaje BT.</td> <td>Proteccion respiratoria</td> <td>Casco</td> <td>Equipo de Medición</td> <td>Equipo de Primeros auxilios</td> </tr> <tr> <td>El trabajo implica cambios</td> <td>Mangas Protectoras</td> <td>Guates dieléctricos</td> <td>Iluminación</td> <td>Materiales para Izaje</td> </tr> <tr> <td>Observaciones:</td> <td>Proteccion a los ojos</td> <td>Chaleco Reflectivo</td> <td>Equipo de Señalización</td> <td>Otros:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Careta</td> <td>Impermeables</td> <td>Extintores</td> <td></td> </tr> </table>		Trabajo energizado	Requisitos adicionales de EPP: (Lista)		Herramientas especiales o equipo requerido		Voltaje AT	Arnes, Línea de Vida	Proteccion auditiva	Varas Aisladas	Alfombra aislante	Voltaje MT	Guantes	Uniforme de Trabajo	Herramientas especiales	Equipo de Rescate	Voltaje BT.	Proteccion respiratoria	Casco	Equipo de Medición	Equipo de Primeros auxilios	El trabajo implica cambios	Mangas Protectoras	Guates dieléctricos	Iluminación	Materiales para Izaje	Observaciones:	Proteccion a los ojos	Chaleco Reflectivo	Equipo de Señalización	Otros:		Careta	Impermeables	Extintores					
Trabajo energizado	Requisitos adicionales de EPP: (Lista)		Herramientas especiales o equipo requerido																																					
Voltaje AT	Arnes, Línea de Vida	Proteccion auditiva	Varas Aisladas	Alfombra aislante																																				
Voltaje MT	Guantes	Uniforme de Trabajo	Herramientas especiales	Equipo de Rescate																																				
Voltaje BT.	Proteccion respiratoria	Casco	Equipo de Medición	Equipo de Primeros auxilios																																				
El trabajo implica cambios	Mangas Protectoras	Guates dieléctricos	Iluminación	Materiales para Izaje																																				
Observaciones:	Proteccion a los ojos	Chaleco Reflectivo	Equipo de Señalización	Otros:																																				
	Careta	Impermeables	Extintores																																					
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="text-align: center;">Peligros potenciales para el medio ambiente</th> <th style="text-align: center;">Materiales peligrosos (Lista de materiales para ser usados &amp; MSDS)</th> <th style="text-align: center;">Requisitos de emergencia (Extintores, Equipo de Rescate)</th> </tr> <tr> <td>Humos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ruido</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Derrame</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ripio</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Peligros potenciales para el medio ambiente	Materiales peligrosos (Lista de materiales para ser usados & MSDS)	Requisitos de emergencia (Extintores, Equipo de Rescate)	Humos			Ruido			Derrame			Ripio			Otros																							
Peligros potenciales para el medio ambiente	Materiales peligrosos (Lista de materiales para ser usados & MSDS)	Requisitos de emergencia (Extintores, Equipo de Rescate)																																						
Humos																																								
Ruido																																								
Derrame																																								
Ripio																																								
Otros																																								
<b>CONDICIONES NECESARIAS ANTES DE INICIAR EL TRABAJO:</b>																																								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Aviso al COI</td> <td>Bloqueo y etiquetado</td> <td><b>5 Reglas de oro</b></td> </tr> <tr> <td>Señalización del area</td> <td>Equipo de trabajo en Buenas condiciones</td> <td>Apertura con corte visible</td> </tr> <tr> <td>Retiro de terceros</td> <td>Herramienta Aislante</td> <td>Verificar ausencia de tensión</td> </tr> <tr> <td>Guardia permanente de seguridad Industrial</td> <td>Area de Trabajo Despejada</td> <td>Aterrizar a tierra</td> </tr> <tr> <td>Agente de Zona de Trabajo</td> <td>Equipo en orden y limpio</td> <td>Bloquear y señalizar</td> </tr> <tr> <td>Jefe de Trabajo</td> <td>Charla de seguridad previo a la tarea</td> <td>Delimitar área de trabajo</td> </tr> <tr> <td>Ventilación del area</td> <td>otros</td> <td></td> </tr> </table>		Aviso al COI	Bloqueo y etiquetado	<b>5 Reglas de oro</b>	Señalización del area	Equipo de trabajo en Buenas condiciones	Apertura con corte visible	Retiro de terceros	Herramienta Aislante	Verificar ausencia de tensión	Guardia permanente de seguridad Industrial	Area de Trabajo Despejada	Aterrizar a tierra	Agente de Zona de Trabajo	Equipo en orden y limpio	Bloquear y señalizar	Jefe de Trabajo	Charla de seguridad previo a la tarea	Delimitar área de trabajo	Ventilación del area	otros																			
Aviso al COI	Bloqueo y etiquetado	<b>5 Reglas de oro</b>																																						
Señalización del area	Equipo de trabajo en Buenas condiciones	Apertura con corte visible																																						
Retiro de terceros	Herramienta Aislante	Verificar ausencia de tensión																																						
Guardia permanente de seguridad Industrial	Area de Trabajo Despejada	Aterrizar a tierra																																						
Agente de Zona de Trabajo	Equipo en orden y limpio	Bloquear y señalizar																																						
Jefe de Trabajo	Charla de seguridad previo a la tarea	Delimitar área de trabajo																																						
Ventilación del area	otros																																							
No.	Secuencia lógca de pasos básicos requeridos en la tarea a realizar	Peligros Potenciales para cada paso que podria ocasionar daño o lesión	Otros peligros	Responsable	Índice de Riesgo																																			
1																																								
2																																								
3																																								
4																																								
5																																								
6																																								
7																																								
8																																								
9																																								
10																																								
11																																								
12																																								
13																																								
Promedio de nivel de riesgo																																								
Nombre de las persona que van a ejecutar el trabajo:																																								
Firma y nombre de autorización:																																								
_____		_____		_____																																				
Responsable ejecutor		Seguridad Industrial		Jefe del area																																				
Recepción del trabajo:																																								
_____			_____																																					
Nombre			Firma de recepción																																					

### 12.3. Formato de Evaluacion de Materiales

#### 2. Listado de Inconformidades Detectadas en Auditoría

##### Parte I: Hallazgos de Materiales

- Si existe una diferencia entre el material despachado respecto al instalado en campo.

##### Listado de Materiales No Instalados

Cod. Mat	Material	Despachado	Instalado	Holgura	Distancia entre postes + Catenaria	Diferencia
33-0114	Arandela cuadrada 1 1/16" galv.	21	18			-3
31-0054	Cable cobre s/forro #4 gwy	16	13	0.65	13.65	-2.35
31-0344	Cable de Aluminio 1/0 AWG ACSR Forrado	131	119.7	5.985	125.685	-5.32
33-1292	Remate pref tirante 5/16"	10	9			-1

Descargo por devoluciones aplicado

REVISIÓN:



Revisado por: Ing. Hugo Alonzo  
Fecha: 03/10/17

AUTORIZACIÓN:



Autorizado por: Ing. Sergio Quinto  
Fecha: 03/10/17

NOTA: Este documento no está sujeto a modificaciones.

## 12.4. Formato Evaluacion de Tiempo de Trabajo

Información Descargo Numero: 2018/1S/8301/JHigueros	
Datos Generales	Programacion
Carácter: Programado	Desde: 29/06/2018 08:00:00 a.m.
Peticionario: NINGUNO	Hasta: 29/06/2018 05:00:00 p.m.
Responsable/Organización: Luish	Modalidad: Continuada
Solicitante: Jose Higueros, Gestor Construccion, Construccion, EEGSA.	Diaria: X
Organización: Construccion	Fin de Semana/Festivo:
Vehiculo:	Anexo
Movil: 30095452	ModificaEsquema NO
Instalacion: Red de 13.2KV	Poste 1 366194
Ubicación: San Miguel Petapa	Poste 2 366194
Agente de Zona: El , Solicitante()	
Fecha: 15/06/2018 02:46:24 p.m.	
Subestación: ALAMO	Puntos de Aislamiento Requeridos
Circuitos: 251	APERTURA DE ESTRIBO EN P366194
Trabajos a Realizar	Tierra de Zona Protegida Solicitada
RETIRAR PRIMARIO EXISTENTE 1F#2 DE P366194 A P185466 , P185466 A 177609, P177611 A 185471 Y EN SU LUGAR INSTALAR 3F 1/0 ACSR E INSTALAR 3-25KVA 240/480	EN PUNTOS DE AISLAMIENTO Y EN P185466, P177611, P185471, P177609
Cuenta	Observaciones
	D-18-019504 ENERGICA
Estado: Solicitado	Según Propuesta: SI
	Con Modificaciones: NO
Publicar: NO	Fecha Real Ejecucion
	Inicio:
	Fin:
Observaciones:	

## 12.5. Encuesta de Condiciones Operativas

### Caracterización Empresas Contratistas: empleadores

A continuación se presentan una serie de preguntas que tienen por objeto la caracterización de la fuerza de trabajo de cada una de las empresas contratistas.

Instrucciones generales

En cada una de las secciones escriba la letra que correspondiente a la respuesta certeza o más apropiada

- **Sección 1. Caracterización Sociodemográfica**

1. Rango de Edad \_\_\_\_\_

A	18 – 28
B	29 – 39
C	40 - 50
D	51 o mayor

2. Estado civil \_\_\_\_\_

A	Soltero
B	Casado

3. Escolaridad \_\_\_\_\_

A	Sexto Primaria
B	Tercero Básico
C	Educación Media
D	Universitaria

4. Puesto \_\_\_\_\_

A	Aprendiz
B	Liniero 3
C	Liniero 2
D	Liniero 1
E	Jefe de Cuadrilla

5. Años de experiencia \_\_\_\_\_

A	0 – 5
B	6 -10
C	11 - 15
D	16 o mayor

6. Residencia \_\_\_\_\_

A	Dentro del Depto. de Guatemala
B	Fuera del Depto. De Guatemala

7. Ingresos Medios Mensual \_\_\_\_\_

A	Q1500 o menor
B	Q1501 – Q3000
C	Q3001-Q4500
D	Q45001- Q6000

• **Sección 2. Caracterización de las condiciones Operativas**

1. ¿Su empresa provee a sus trabajadores herramienta de trabajo básica completa? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

2. ¿Su empresa provee a sus trabajadores equipo de protección personal completa? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

3. ¿Su empresa provee a sus trabajadores equipo de protección colectivo completo?  
\_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

4. ¿Cuántos vehículos de trabajo cuenta? \_\_\_\_\_

A	1 – 2
B	3-5
C	6 o mas

5. ¿Cuenta con vehículos de respaldo adicionales? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

6. ¿En qué condición se encuentran sus vehículos de trabajo? \_\_\_\_\_

A	Buena
B	Regular
C	Mala

7. ¿Cuenta con bodega o espacio físico para almacenamiento? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

8. ¿Maneja gestión de inventario para devolución de materiales? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

9. ¿Bajo qué esquema maneja la contratación se trabajadores? \_\_\_\_\_

A	Personal Fijo
B	Personal Por Trato
C	Personal por tarea específica

10. ¿En general su jornada de trabajo constituye? \_\_\_\_\_

A	8 horas
B	Más de 8 horas

11. ¿Existe esquema de rotación para descansos? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

12. ¿Existe rotación por vacaciones? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

13. ¿Asigna funciones específicas a sus trabajadores respecto al puesto? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

14. ¿Cuenta con programas o de capacitación a sus empleados? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

15. ¿Inicio su empresa bajo el sistema de auto emprendimiento? \_\_\_\_\_

A	SI
B	NO

## 12.6. INSPECCION POR CAMION

HERRAMIENTA	LINIERO CONSTRUCCION	CAMION PEQUEÑO CANASTA SENCILLA	CAMION CANASTA DOBLE	CAMION ALUMBRA DO PUBLICO	CARRO PARA CONSTRUCCION	CARRO DE AYERIAS
ESPÁTULA PARA LIMPIAR HERRAMIENTA	2	0	0	0	1	0
ALMAGAMA	1	1	1	1	1	0
ARCO DE SIERRA DE 12"	2	1	1	1	2	1
ATIRANTADORA DE CABLE	5	3	5	1	3	2
ATIRANTADORA DE CADENA	1	0	0	0	1	0
ATIRANTADORA DE FAJA	3	1	3	0	0	0
AZADON	1	0	0	1	1	0
BARRETA EXAGONALES	2	0	1	1	2	1
BOLSA DE LONA PARA HERRAMIENTAS EN CANASTA	1	1	2	1	0	0
BOLSA PROTECTORA PARA MANOS DE HULE	1	1	1	0	0	1
BRUCAS DE RAIZ CUADRADA 11/16"	1	1	1	1	1	0
BRUCAS DE RAIZ CUADRADA 13/16"	1	1	1	0	1	0
BRUCAS DE RAIZ CUADRADA 3/16"	1	1	1	0	1	0
CAIMAN PARA CORTAR CABLE (MENA)	1	0	0	0	0	0
CAIMAN PARA CORTAR CABLE DE 18" "CACATUA"	1	1	1	0	0	0
CAIMAN PARA CORTAR CABLE DE 18"	1	1	1	1	1	0
CAIMAN PARA CORTAR CABLE DE CADENA	1	0	1	0	1	0
CAIMAN PARA CORTAR CALDE DE 24"	1	1	1	0	1	1
CAIMANETE HIRAUICO UNIVERSAR	1	0	1	0	0	0
CAIMANETE MANUAL HD-5	1	1	1	1	1	1
CEPILLOS DE ALMPRE DE ACERO CON MANGO	1	1	1	1	1	1
CINCELES	2	0	1	1	0	1
CINTA DE SEÑALIZACION	2	2	2	2	1	1
CINTA METRICA	1	1	1	1	1	1
CLEVIS + GANCHO PARA WINCH	1	0	1	0	0	0
CLIPS DE MADERA Y PLASTICOS (PESCADOS)	5	4	5	0	4	4
COMELONES DE ALUMINIO DE 2 A 4/8	2	2	2	1	2	2
COMELONES PARA CABLE 3/8"	3	1	2	0	0	0
COMELONES PARA CABLE 3/8"	3	1	2	0	0	0
COMELONES PARA COBRE	2	1	2	0	2	2
COMELONES PARA TIRANTE 7/16"	2	0	0	0	0	0
CONOS DE HULE	0	0	0	12	0	4
DADOS P/CAIMANETE MANUAL HD5WDG (JUEGO)	1	1	1	1	1	1
DETECTOR DE CORRIENTE (CHICHARRA)	1	1	1	0	1	1

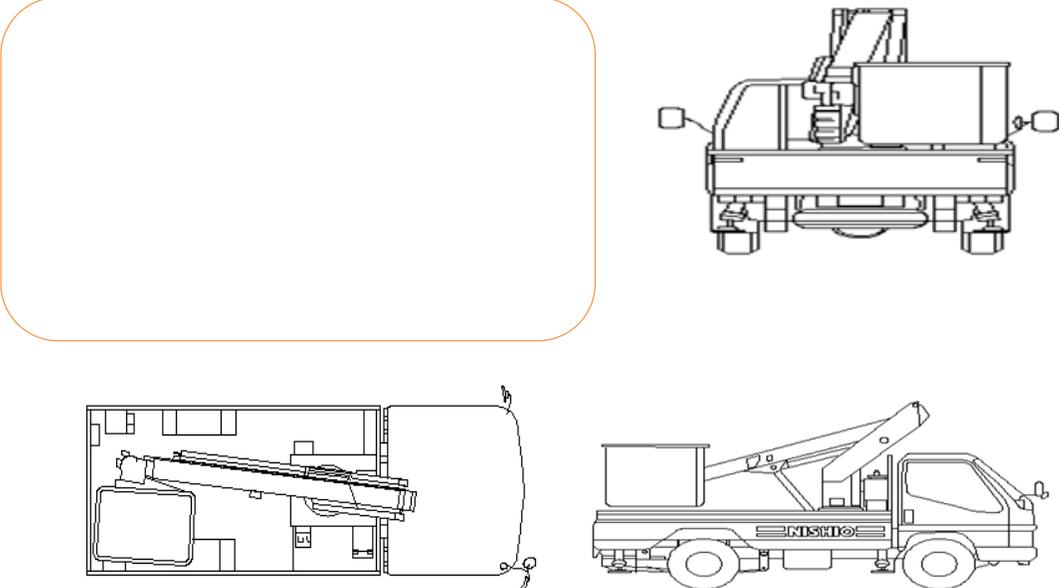
12.7. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL POR CUADRILLA

CHECK LIST DE EPP																				
		Casco Tipo I	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Armas para Casco	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Bata/Quiso	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Lentes de Seguridad	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Camisa con	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Pantalón de Tela	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Pantalón de Lona	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Botas Dieléctricas	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Capas Impermeables	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Guantes Tipo "0"	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Guantes Tipo "1"	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Guantes tipo "2"	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Guantes Tipo "4"	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Guantes de Protección	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Guantes de Cuero	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Guantes de Algodón	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Guantes Multuscos	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Armas de Seguridad	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Lineas de Vida	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Eslingas eiff	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Bandas	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
		Cinturon de Linao	BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
			BUENO	REGULAR	NO BUENO	NO														
<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>																				
<b>INSPECCION DE EPP</b>																				
JEFE DE CUADRILLA	Empleado No.																			Promedio
LINIERO1																				
LINIERO2																				
LINIERO3																				
AYUDANTES																				
EMPRESA	DIRECCION O UBICACION DE INSPECCION																			Total
AREA DE TRABAJO																				Promedio
Fecha	Hora	Hora	Unid	Trabajador																

Página 1

## 12.8. CONDICION DE CAMION

CHECK LIST DE INSPECCIÓN DE VEHICULO					
Nombre del Piloto		Trabajador No.	Unidad No.	Licencia No.	Tipo o Clase
Fecha de Inspección		Hora de Inicio	Hora Final	Vencimiento	Antigüedad
Marca		Modelo	Cilindraje	Placa No.	Pasajeros
Inspector SISO					
Cabina y Parte Delantera		Aceptable	No Aceptable	Observaciones	Seguridad Industrial Y Salud Ocupacional (SISO)
Motor de Arranque en buen Estado					
Bocina en buen estado					
Luces Frontales					
Pide Vías Derecho					
Pide Vías Izquierdo					
Luces de Emergencia					
Cinturón de Seguridad en Buen Estado					
Sillón de Vehículo					
Guardafangos de Loderas Delanteras					
Sistema de Frenos					
Rines o Aros de Llantas					
Labor de Llantas					
Vidrio Frontal					
Vidrios Laterales					
Parabrisas o Plumillas delanteras					
Espejos Retrovisores y Accesorios					
Fugas de Aceite o Refrigerante					
Parte Trasera		Aceptable	No Aceptable	Observaciones	
Luces de Emergencia					
Pide Vías Derecho					
Pide Vías Izquierdo					
Luces de Frenado					
Luces adicionales y cintas Reflectivas					
Luz de Retroceso					
Alarma de Retroceso					
Sistema de Frenos (Fricciones)					
Rines o Aros de Llantas					
Labor de Llantas					
Llanta de Repuesto					
Vidrio Trasero					
Tornillos de Montura					
Guardafangos de Loderas Traseras					
Cuañas para Ruedas					
39 Casillas con Valor Individual del 2.56%					
*NOTA*: Si se encontrara alguna falta en los puntos remarcados. El vehiculo no puede utilizarse hasta ser corregida o reparada la falta y ser reinpeccionado.					



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Disponibilidad de Herramienta y Equipo.....	30
2. Camión canasta.....	31
3. Camión liniero.....	32
4. Vehículo de averías.....	33
5. Condición de los vehículos de trabajo .....	34
6. Sistemas de contratación .....	35
7. Tiempo efectivo de trabajo .....	37
8. Rotación por descansos .....	38
9. Personal por microempresa.....	39
10. Cantidad global de vehículos por microempresa .....	40
11. Resultado general evaluación por categoría .....	42
12. Área o especialidad de trabajo para microempresas de construcción y mantenimiento de redes eléctricas .....	45

13. Distribución de microempresas por especialidad .....	46
14. Comparativo Muestra vs Población según año .....	74
15. Comparativo Muestra vs Población según especialidad.....	75
16. Subcontratación vs Cumplimiento de norma .....	78
17. Subcontratación vs Seguridad industrial.....	79
18. Subcontratación vs temporalidad de ejecución .....	81
19. Subcontratación vs gestión de materiales .....	83
20. Incidencia de la subcontratación sobre la calidad .....	87

### **TABLAS**

I. Microempresas por tipo de especialidad .....	45
II. Ordenes atendidas por microempresas por especialidad para el período 2012-2016 .....	46
III. Promedio de órdenes atendidas para cada especialidad de trabajo por microempresa.....	47
IV. Tiempos de atención de emergencias.....	55

v.	Órdenes atendidas por microempresas por especialidad.....	69
vi.	Estadística descriptiva de la muestra .....	70
vii.	Proporción anual por tipo de trabajo.....	71
viii.	Comparativo Población vs muestra según año .....	74
ix.	Comparativo Muestra vs Población según especialidad de trabajo.....	75
x.	Estadísticas de la regresión (SvsN).....	76
xi.	Estadística Regresión (SvS).....	78
xii.	Estadística Regresión (SvsT) .....	80
xiii.	Estadística Regresión (SvsM) .....	82
xiv.	Estadística Regresión (SvsQ).....	85
xv.	Análisis de varianza.....	89
xvi.	Análisis de varianza “Calidad vs Subcontratación” .....	90
xvii.	Análisis de varianza “Calidad vs Subcontratación” .....	93