



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

**MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE
RIESGOS DEL TRABAJO**

**ESTUDIO DE LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y SU
REPERCUSIÓN EN LOS TRABAJADORES ESPECIALIZADOS EN REDES
ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN EN LA EMPRESA MOELECTRICITY
S.A.**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial, para optar al
Grado de Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo.**

Autor

Ing. Byron Oswaldo Mesías Esteves

Director

Phd. Fausto Rodrigo Carrera Freire

Quito – Mayo – 2015



CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Mesías Esteves Byron Oswaldo, con cédula de ciudadanía número, 1706784079. Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional. Además; y, que de acuerdo a la Ley de propiedad intelectual, el presente Trabajo de Investigación pertenecen todos los derechos a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

BYRON OSWALDO MESÍAS ESTEVES
C.I. 170678407-9



INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el señor Ingeniero Mesías Esteves Byron Oswaldo, previo a la obtención del Grado de Especialista Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos del Trabajo, Mención, considero que dicho Trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Quito, a los del mes de de 2015

Fausto Freire Carrera
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

Dedicatoria

La siguiente publicación no hubiera sido posible sin el apoyo de las siguientes personas e instituciones:

Va dedicado con mucho cariño a mi familia, a Cristina y a mis compañeros del GRUPO DE MONTAJE DE SUB ESTACIONES Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE LA EMPRESA MOELECTRICITY. S.A.

A la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL a sus docentes y tutores por los conocimientos brindados que gracias a ellos he culminado con este anhelo.

Agradecimiento

Dedico este trabajo de investigación principalmente a mi familia: mis padres Wilma Esteves y Oswaldo Mesías, a mi hermana Salome, mis sobrinos Elliott y Paula, mis abuelos: Jorge, Sergio y María Ester.

En segundo lugar a Cristina por el amor los sueños y alegrías compartidas.

A quienes me han enseñado a menudo sin que ellos lo sepan. A mis amigos y todos los cuales luchan por un ideal.

En tercer lugar debo expresar mi gratitud a mi director de tesis, Ing. Fausto Freire, quien no solamente figura como colaborador en varias partes de este trabajo, sino que lo siguió muy de cerca y mostró la misma diligencia, habilidad y paciencia para pulir el mismo.

Finalmente, agradezco a todas las mujeres y hombres libertarios de la tierra, los que día a día luchan por construir ese mundo nuevo que llevamos dentro de nuestros corazones (A).

RESUMEN

El desarrollo productivo de un país se basa en uno de sus sectores estratégicos. Que sin duda es la energía, unos minutos sin electricidad disminuyen el desarrollo de nuestras actividades.

La electricidad tiene varios componentes al ser un fenómeno físico, uno de ellos denominado campo electromagnético CEM. Que a diferencia de la electricidad no se los puede aislar, circulan por el medio ambiente que nos rodea.

La interacción ser humano y campos electromagnéticos es constante en la vida diaria, más aun si es trabajador eléctrico. Razón de este estudio que determina la exposición a CEM y su repercusión en la salud de los trabajadores.

El objetivo de la investigación, la relación de causa y efecto entre los campos electromagnéticos producidos por los sistemas de alta tensión y su influencia en la salud de los trabajadores eléctricos.

La metodología utilizada en la investigación contiene dos parámetros: Encuesta tomada al total de población en empresa y medición directa con equipo especializado.

Análisis e interpretación de resultados: La encuesta, determina que el tiempo de exposición de los trabajadores eléctricos a CEM, es alto, constituye un factor riesgo, provoca accidentes, enfermedades profesionales directa o indirectamente.

La medición directa de CEM arroja resultados bajo los parámetros establecidos internacionalmente. Resultados que contradicen a lo estipulado en la Matriz de Riesgos y en lo referido por los trabajadores de la empresa.

Como recomendaciones mayor comunicación de los riesgos inherentes a sus actividades, planes para minimizar la exposición a CEM, y mediciones de campo.

Palabras clave: Campos electromagnéticos. Trabajadores eléctricos. Exposición, repercusión a la salud.

ABSTRACT

Energy is one of the most important sources for a productive development of a country. A few minutes without electricity decrease the progress of our activities.

By being a physical phenomenon, the electrical energy has several components. One of these components is called electromagnetic field. The electromagnetic fields, unlike electricity, cannot be isolated. They circulate in the environment that surrounds us.

Every day, the interaction of a person with the electromagnetic fields is very common, and it is more so even if he or she works with electricity. This is the main reason for this study. To determine the exposure of electromagnetic fields and their impact on workers' health.

The objective of this research is to relate the causes and effects between the electromagnetic fields produced by the high voltage systems and their influence on the health of the electrical workers.

The methodology used in this research has two parameters: A survey applied to all the employees of the company, and the direct measurement using specialized equipment. Analysis and interpretation of results: The results of the survey determined that the time of exposure of the electrical workers to electromagnetic fields is high, and it becomes a risk factor that causes accidents and diseases related in a direct or indirect way.

The results obtained in the direct measurement of the electromagnetic fields do not meet the parameters established internationally.

These parameters are also written in the documents that the company has about "Managing Electrical Risks in the Workplace"

It is recommended that companies which work with electricity have and share more information of the electrical risks and develop plans to minimize the exposure to electromagnetic fields and make measurements of electromagnetic fields.

Key Words: Electromagnetic fields. Electrical Workers. Exposure, Health Impact.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DEL TRABAJO	ii
INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICES DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	4
1.2. Realidad en el Ecuador.....	4
1.2.1. Realidad en la Empresa Moelectricity S.A.....	5
1.3. Justificación de la investigación	8
1.4. Hipótesis	10
1.5. Objetivos	10
1.5.1. Objetivo general	10
1.5.2. Objetivos específicos.....	10
CAPÍTULO II.....	11
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. La electricidad y el trabajo en alta tensión	11

2.1.1.	Generación y transporte de electricidad	12
2.1.2.	Niveles de tensión	13
2.1.3.	Baja Tensión	13
2.1.4.	Alta Tensión	14
2.1.5.	Instalaciones de Alta Tensión.....	14
2.1.6.	Instalaciones	14
2.2.	Campos electro magnéticos.....	15
2.2.1.	Campos eléctricos	15
2.2.2.	Campos magnéticos.....	15
2.2.3.	Campos electromagnéticos	16
2.2.4.	Campos electromagnéticos de acuerdo al nivel de tensión.....	16
2.2.5.	La teoría CEM	18
2.2.6.	Tipos de CEM.....	18
2.3.	Espectro de frecuencias.....	19
2.4.	El trabajador.....	20
2.4.1.	Tipos y métodos de trabajo en Alta Tensión	20
2.5.	Normalización aplicada a los equipos de protección personal – energizado.....	25
2.6.	Herramientas y su desarrollo para trabajos eléctricos	25
2.7.	Riesgos inherentes a los trabajos en Alta Tensión	27
CAPÍTULO III		33
3.	METODOLOGÍA	33
3.1.	Métodos de la Investigación.....	33
3.1.1.	Métodos empíricos	33

3.1.2. Métodos teóricos	33
3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	35
3.4. Confiabilidad, validez de los instrumentos de la investigación	35
3.4.1. Confiabilidad	35
3.4.2. Validez	36
3.5. Población y muestra	36
3.6. Operacionalización de las variables	36
3.6.1. Matriz de Operacionalización de Variables	37
CAPITULO IV	38
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	38
4.1. Propósito	38
4.2. Referencias	38
4.3. Autoridad y responsabilidad	38
4.4. Procedimiento: Medición de campos Electromagnéticos	39
4.5. Procedimiento: Encuesta dirigida a los trabajadores	39
4.5.1. Análisis e interpretación de resultados de la encuesta dirigida a trabajadores	39
4.5.2. Análisis de la Matriz de Riesgo relacionada con la exposición a riesgos físicos	49
4.5.3. Medición de Campos Electromagnéticos de las Subestaciones de la empresa Moelectricity S.A.	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
Conclusiones	57
Recomendaciones	59



BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	62
Anexo 1: Formato de la encuesta.....	62
Anexo 2: Matriz de Riesgos.....	64

ÍNDICES DE CUADROS

Cuadro 1 Ondas materiales y electromagnéticas.....	19
Cuadro 2 Distancias mínimas para trabajo en línea viva	23
Cuadro 3 Normalización aplicada a los equipos de protección personal- energizado	25
Cuadro 4 Operacionalización de la Variable Independiente	37
Cuadro 5 Trabajos en el sector eléctrico.....	39
Cuadro 6 Conoce sobre parámetros eléctricos básicos.....	40
Cuadro 7 Horas que realizan actividades directamente con sistemas eléctricos	41
Cuadro 8 Referencias de choques eléctricos.....	42
Cuadro 9 Choque o contacto eléctrico provocado por inducción eléctrica	43
Cuadro 10 Considera que la inducción eléctrica puede causar daños a la salud	44
Cuadro 11 Referencias de malestares por efecto de la inducción eléctrica	46
Cuadro 12 Trabajadores acostumbrados a este tipo de descargas	46
Cuadro 13 Descargas o inducción a lo largo del tiempo generan problemas en la salud.....	47
Cuadro 14 En la vida laboral ha tenido accidentes o enfermedades laborales. 48	
Cuadro 15 Rangos, equivalencias y medidas a tomar de acuerdo a la valoración de riesgos.....	50
Cuadro 16 Matriz de Riesgos Físicos electromagnetismo y manejo eléctrico de la empresa Moelectricity S.A.....	51
Cuadro 17 Riesgos relacionados y consecuencias.....	53
Cuadro 18 Niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz	54
Cuadro 19 Medición de Campos Electromagnéticos de las Subestaciones de la empresa Moelectricity S.A.....	55

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Capacidad de generación por tipo de tecnología 2013.....	12
Gráfico 2 Trabajos en el sector eléctrico.....	40
Gráfico 3 Conoce sobre parámetros eléctricos	41
Gráfico 4 Horas que realizan actividades directamente con sistemas eléctricos	42
Gráfico 5 Referencias de choques eléctricos.....	43
Gráfico 6 Choque o contacto eléctrico provocado por inducción eléctrica	44
Gráfico 7 Considera que la inducción eléctrica puede causar daños a la salud	45
Gráfico 8 Referencias de malestares por efecto de la inducción eléctrica	46
Gráfico 9 Trabajadores acostumbrados a este tipo de descargas	47
Gráfico 10 Descargas o inducción a lo largo del tiempo generan problemas en la salud	48
Gráfico 11 En la vida laboral ha tenido accidentes o enfermedades laborales .	49
Gráfico 12 Matriz de valoración de riesgos	50

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen varias fuentes de energía, las mismas pueden ser renovables o no renovables. Estas energías son transformadas para dar lugar a un trabajo específico, que será utilizado por la humanidad.

Al hablar de energía, poniendo en contexto la primera ley de la conservación de la materia, que fue enunciada por el químico francés: Antoine Lavoisier. Indica que: “nada se crea, nada se destruye, todo se transforma” (García, 2007, pág. 25).

Existen varias formas de energía que el hombre ha descubierto y ha inventado como por ejemplo la energía eólica, fotovoltaica, cinética, marina, electrostática, solar, geotermal, potencial, interna, mecánica, biovegetal, libre, combinada, nuclear, geotérmica, magnética y química, entre otras.

En la actualidad, la forma de energía más utilizada por el ser humano alrededor del mundo es la electricidad. La electricidad siendo un fenómeno físico por el movimiento de cargas llega a ser un factor tan importante en las vidas de las personas que unos minutos sin ella se hacen intolerables.

Hoy en día no se podría imaginar la vida sin electricidad, ya que prácticamente se la emplea en todo, constituyéndose en el motor para el desarrollo humano, económico, científico y de progreso mundial de cada uno de los países.

El fenómeno físico eléctrico tiene varios componentes, los que se fueron descubriendo a lo largo de su desarrollo en tiempo, como se lo seguirá realizando, revelando con nuevas tecnologías y nuevos recursos.

Esta correlación entre los fenómenos físicos como la electricidad y el ser humano nos genera una gran incertidumbre, como afecta a nuestra salud. Siendo el principio de esta investigación.

Se conoce a lo largo de la historia de la humanidad una infinidad de eventos relacionados con la interrelación entre energía eléctrica y el ser humano, eventos como descubrimientos, nuevas tecnologías y aspectos que mejoraron y mejoraran el bienestar del ser humano. Pero al mismo tiempo conocemos que se puede provocar catástrofes, accidentes, incendios o enfermedades relacionadas a la misma interacción.

En el Ecuador, como en todos los países, la energía eléctrica es la base más importante para el desarrollo.

El servicio eléctrico público del Ecuador, se inicia en 1897. Con la conformación de la empresa eléctrica de la ciudad de Loja. A la que se la denominó “Empresa Eléctrica Luz y Fuerza”.

Emprendiendo el primer proyecto hidroeléctrico a orillas del río Malacatos. Formado por dos turbinas de generación eléctrica a 12Kw. (kilovatios).

En Quito la capital de la República del Ecuador, se forma la empresa “Jijón Gangotena y Urrutia”. Que luego cambió su nombre por el de: “The Quito Electric Land&Power Co”. La misma que entregó 50kw.

En los siguientes años, se concesiona el servicio eléctrico a empresas norteamericanas como la “American Foreign Power Co.” Para las ciudades de Guayaquil, Riobamba y Cuenca, para Quito otra similar.

Hasta el año de 1970, el servicio eléctrico se encontraba en manos de empresas privadas, municipios y personas particulares, evidenciando una falta de

planificación y majo de recursos, sin mencionar los tintes políticos y elitistas, ya que pocas personas tenían acceso a este servicio.

En mayo de 1961, se crea el “Instituto Ecuatoriano de Electrificación”, que se encargaría de organizar, planificar y ejecutar el proceso de electrificación del Ecuador. El sector eléctrico ha recorrido un largo camino lleno de cambios y modificaciones, fracasos y aciertos para el Ecuador.

En la actualidad, el sector eléctrico fue denominado por el gobierno ecuatoriano como “Sector Estratégico”(Presidencia de la República, 2008).

El 14 de enero de 2010, a través del decreto ejecutivo 220, se creó la Empresa Pública Estratégica, Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP, conformada por nueve unidades de negocio, que se encargan de: Generación hidroeléctrica, Generación térmica, Generación eólica, Transmisión.

La Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC. EP (2011), se define como un servicio público del sector estratégico. Sus principales actividades son:

- Generación: transformación de energía a electricidad en alta tensión
- Transmisión: transporte de energía del generador al transformador
- Distribución: transporte de energía a las sub estaciones
- Comercialización: negociación de la electricidad de sub estaciones
- Importación: compra de energía a otros países
- Exportación: venta de energía excedente a otros países.

Toda la energía eléctrica que demanda el país es generada para luego ser transportada por el Sistema Nacional de Transmisión. SNT. (2011).

Según la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC. EP) (2011), el Sistema Nacional de Transmisión que se distribuye a lo largo de todo el territorio

ecuatoriano está compuesto por subestaciones (S/E), y líneas de transmisión (L/T).

El Sistema Nacional de Transmisión posee dieciséis (16) subestaciones principales a 230/138/69Kv. (Kv), kilovoltio, que forman un anillo, el mismo que se conecta a una red de (21) subestaciones a 138/69Kv, también posee 2 subestaciones móviles, además existiendo un total de 2.700 Km. de fibra óptica y 3.851Km. de líneas de transmisión que entregan un total de 8.511 MVA. De energía eléctrica a todo el país. CELEC.EP (2012).

1.1. Antecedentes

Los constituyentes de un sistema de: generación, transmisión, distribución, comercialización de la energía eléctrica en un país se basan en: Recurso tecnológico y recurso humano(Chávez, 2007).

La unión de estos pilares implica la interacción entre el ser humano y una infinidad de tecnologías o formas de energía. Razón de esta investigación.

1.2. Realidad en el Ecuador

Conociendo como se desarrolló el sistema energético en el país a más de la investigación realizada, se ha llegado a determinar actualmente, que en el Ecuador no existe normativa legal referente al fenómeno físico de las radiaciones de campos electromagnéticos a frecuencias industriales o altas frecuencias.

Del conocimiento e investigaciones realizadas se ha encontrado mediciones realizadas por las empresas eléctricas y empresas de telecomunicaciones las mismas que no han aportado significativamente con datos certeros para una mayor investigación de este tema.

El mayor estudio realizado en el país fue ejecutado por la empresa TRANSELECTRIC la misma que presentó sus resultados en el 2007 en el Simposio Internacional de Seguridad Eléctrica.

También se puede decir que se sabe de simples reclamos de usuarios que tienen cerca de sus domicilios líneas eléctricas que provocan ruidos, y daños a su propiedad pero de eso no se ha encontrado mayor evidencia.

El estudio de este fenómeno en el país es pequeño o casi nada por lo que este estudio pretende dar mayor apertura al tema.

Este punto se lo desarrolla con mayor cuidado en el marco de referencia de esta investigación.

1.2.1. Realidad en la Empresa Moelectricity S.A.

La empresa Moelectricity es una empresa dedicada a prestar servicios dentro del ámbito eléctrico, para lo cual cuenta con personal de experiencia, altamente calificado y equipos de pruebas de última tecnología.

La principal actividad de Moelectricity Mantenimiento, Operación y Montaje de Sistemas Eléctricos S.A. , es el desarrollo de proyectos de montaje, operación y mantenimiento de grupos de generación eléctrica de mediana capacidad, montaje de equipos para subestaciones de mediana y gran capacidad, construcción y tendido de conductores en líneas de transmisión de hasta 230 kV, ejecución de pruebas para diagnóstico de equipo primario y capacitación en operación y mantenimiento de equipo eléctrico.

Los servicios que presta Moelectricity. S.A. son los siguientes:

- Montaje de equipos eléctricos, líneas de transmisión y sub estaciones en: AT-BT-MT

- Servicio a interruptores, transformadores, banco de capacitores: AT-MT-BT
- Pruebas eléctricas de campo.

Ingeniería:

- Estudio y análisis de sistema de protecciones
- Coordinación y ajuste de protecciones
- Puestas en servicio de subestaciones convencionales y tipo cascada.
- Asesoramiento técnico.

Montaje de:

- Subestaciones en AT- MT - BT
- Transformadores de potencia y distribución
- Interruptores de AT – MT – BT
- Capacitores

Trabajos especiales:

- Montaje de estructuras de transmisión y líneas de AT.
- Diseño y construcción de líneas de distribución
- Construcción de variantes provisionales
- Trabajos con línea energizada
- Reajuste aéreo y limpieza de aisladores en subestaciones

Moelectricity cuenta con personal calificado para trabajar dentro y fuera del país.

Las certificaciones fueron dadas por empresas reconocidas como:

- AB Chance Company
- Empresa Eléctrica Cubana

Moelectricity cuenta aproximadamente con 30 colaboradores de planta, a los que se suman trabajadores contratados por obra cierta para los múltiples proyectos de la empresa.

Para esta investigación los trabajadores que se encuentran directamente relacionados con el área de influencia son 20 técnicos de planta más los contratados por proyecto, el resto de trabajadores son administrativos.

La empresa mantiene varios programas para la seguridad para sus trabajadores y por lo que se encuentra muy interesada en esta investigación. Adquiriendo equipos de medición CEM.

Se debe realizar mención especial al grupo de montaje de líneas de generación, transmisión y distribución, ya que ellos se dedican directamente al montaje en las aproximaciones de las instalaciones eléctricas de alta tensión, donde se tiene mayor influencia de los CEM.

Realizado el estudio de la bibliografía relacionada con el tema de la tesis, tanto en la bibliografía convencional como en la bibliografía virtual se observa la existencia de fuentes de consulta que facilitan el presente trabajo de investigación científica.

Este estudio ha sido dividido y sub-dividido para una mejor explicación de los contenidos.

Su fundamentación filosófica, epistemológica, científica y sus aspectos más relevantes sobre el estudio de la exposición a campos electromagnéticos y su repercusión en la salud de los trabajadores especializados en redes eléctricas de líneas de alta tensión.

1.3. Justificación de la investigación

El Sistema Nacional Interconectado requiere un exhaustivo procedimiento de mantenimiento, construcción y estudios en todas las aéreas. Cuenta con varias empresas públicas como privadas, contratistas y sub contratistas que prestan sus servicios de mantenimiento, montaje de equipos, operación, pruebas, construcción de sistemas eléctricos, construcción de obra civil, con personal trabajando en las áreas de influencia.

Moelectricity S.A. forma parte importante de este grupo de empresas especializadas en alta tensión. Todo este conjunto de profesionales trabajando dentro del sector energético pueden padecer de innumerables riesgos para su salud. Estos pueden ser físicos, ergonómicos y psicosociales y en su mayoría llegan a ser mortales por el altísimo grado de peligrosidad existente en las instalaciones eléctricas de alta tensión.

Con el avance de la tecnología y mayor investigación se han ido controlando de manera paulatina los riesgos de mayor accidentabilidad en esta área, pero existen varios riesgos asociados al entorno de los trabajadores eléctricos de los cuales se desconoce o no sean realizado estudios suficientes para determinar los grados de peligrosidad de los mismos.

El factor de riesgo más importante y al que están sometidos los trabajadores eléctricos continuamente por la labor que realizan, es la exposición a los Campos Electromagnéticos de Frecuencia Industrial (CEM), elemento primordial de estudio y análisis en esta investigación.

Los trabajadores eléctricos de alta tensión son víctimas de accidentes, incidentes o enfermedades profesionales porque están sometidos constantemente a campos eléctricos y magnéticos en las áreas de influencia.

De acuerdo al II Simposio Internacional de Seguridad Eléctrica, citado por la Asociación Internacional de Seguridad (2003);

En el Ecuador, no existe normativa o reglamentación para el tema de las radiaciones no-ionizantes, sin embargo es muy procedente respetar los límites de referencia para exposiciones de campos magnéticos a 60 Hz establecidos por el INRCP que es organismo científico mundial especializado en el tema de las radiaciones no ionizantes (pág. 36).

La fuente de las radiaciones no ionizantes se forman por cargas eléctricas que circulan a través de un medio conductor, provoca fenómenos físicos que generan a su alrededor fuerzas y movimientos, estas fuerzas cuando se encuentran en movimiento no pasan solamente a través del cable eléctrico, o un medio conductor, sino que, producen ondas en su misma dirección las mismas que generan un campo magnético en las zonas a sus alrededores y a considerable distancia, sin que requieran un medio conductor.

Para el caso de la electricidad existen barreras eficaces de protección, como son los materiales aislantes o barreras naturales como el aire, que no permiten el paso de la electricidad a través de ellos.

Para el caso de los CEM, los materiales aislantes, las barreras naturales y otras barreras como construcciones, no constituyen un aislamiento, los CEM las atraviesan fácilmente, y no requieren de un medio, material o conductor para propagarse, porque lo hacen por el espacio.

Varias investigaciones se han preocupado por la nocividad de los CEM y sus efectos para la salud de quienes habitan, trabajan o permanecen cerca de ellas. Más la falta de conocimiento y la generalización de los efectos, impiden que se establezcan medidas eficaces para la seguridad de los trabajadores eléctricos de líneas de alta tensión.

1.4. Hipótesis

Existe una relación de causa y efecto entre los campos electromagnéticos producidos por los sistemas de alta tensión y la influencia en la salud de los trabajadores eléctricos de la empresa Moelectricity S.A.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Conocer los niveles de exposición y los efectos en la salud provocados por los campos electromagnéticos existentes en instalaciones de alta tensión, que afectan a los empleados que laboran en las dependencias de Moelectricity S.A. en el área de mantenimiento eléctrico, montaje de instalaciones eléctricas y operación de las mismas.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar los efectos por exposición de los campos magnéticos en los trabajadores eléctricos.
- Evaluar las áreas de mayor vulnerabilidad a la exposición a campos electromagnéticos de acuerdo a las mediciones establecidas en el estudio.
- Determinar si los empleados de Moelectricity S.A. se encuentran enmarcados en un nivel permisible de radiación magnética.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La electricidad y el trabajo en alta tensión

La electricidad es una forma de energía que es generada por el movimiento de los electrones a través de un medio conductor. El movimiento de electrones entre los átomos llamado flujo de electrones es lo que llamamos corriente eléctrica o generalmente electricidad(Serway & Jewett, 2005).

La corriente eléctrica puede ser corriente continua o corriente alterna, se diferencia en su forma de onda en el transcurso de un tiempo determinado, siendo la corriente continua de forma lineal en un solo sentido, mientras la corriente alterna circula en dos sentidos en forma sinusoidal(Serway & Jewett, 2005).

En el Ecuador la electricidad generada y transportada es en forma de corriente alterna. La misma que luego de ser generada pasa por transformadores los mismos que elevan los niveles de voltaje para mayor facilidad en su transportación, y reducir pérdidas de energía en la transportación. Para luego disminuir los niveles de voltaje y entregar a los consumidores(CONELEC, 2011).

El transporte de energía entre dos puntos, se llama diferencia de potencial, que puede ser desde la generación hasta la entrega a los consumidores, a su vez esta genera un trabajo eléctrico el mismo que se denomina potencia eléctrica. El paso de la corriente eléctrica por un conductor provoca campos eléctricos, alrededor del mismo (Serway & Jewett, 2005).

Al ser corriente alterna mantiene una frecuencia la misma que en el Ecuador es igual a 60Hz. Sumado a la carga, voltaje, corriente, antes mencionado campo

eléctrico, genera un campo magnético. Que en términos finales se llama campo electromagnético que es el motivo de esta investigación.

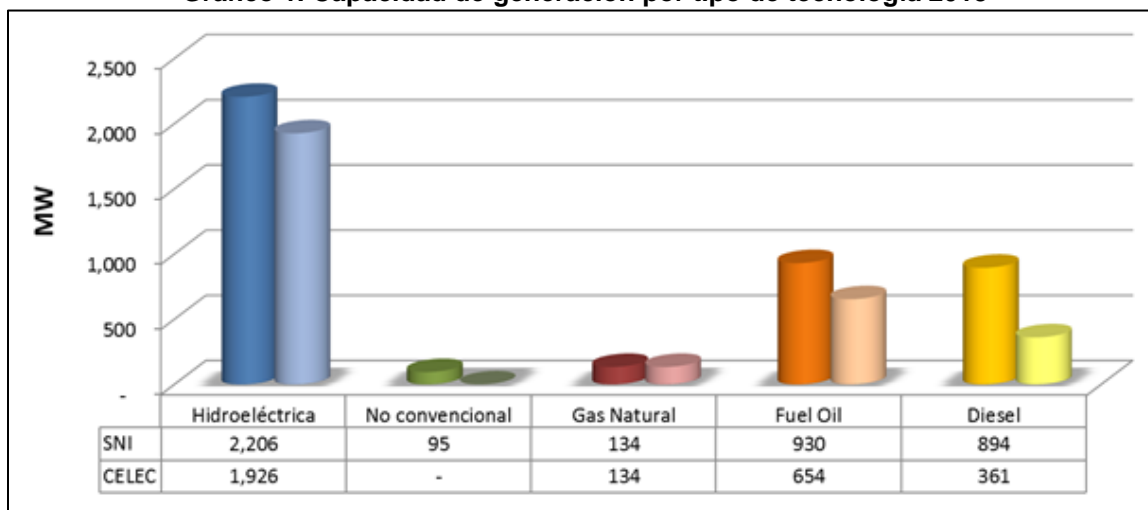
Para esta investigación se centra en alta tensión esto quiere decir desde la generación, transportación hasta la distribución.

2.1.1. Generación y transporte de electricidad

En Ecuador la generación eléctrica en su mayoría se produce por medio hídrico y térmico. Esta energía es transportada a través de las líneas de transmisión distribuida a lo largo y ancho del país (CONELEC, 2011).

Según el CONELEC(2011), En la de matriz energética a diciembre del 2011, nos indica los siguientes porcentajes en generación eléctrica.

Gráfico 1. Capacidad de generación por tipo de tecnología 2013



Fuente: (CONELEC , 2014)

De acuerdo a la información del gráfico 1 el país se abastece de energía eléctrica en mayor proporción a través de hidroeléctricas.

2.1.2. Niveles de tensión

Según Robbins, Wihelm y Oja (2008), existen varias formas de identificar los niveles de tensión, en algunos países como los europeos, se sub dividen en:

Muy baja tensión: menor a 110V.

Baja tensión: de 220v, a 1000V.

Alta tensión: de 1000v, 230000V.

Extremada o muy alta tensión: a partir de los 230000V.

Para mejor entendimiento, para esta investigación de acuerdo a la disposición del suministro de empresas nacionales y locales y los niveles de tensión manejada por ellas se acogen dos términos que son, baja tensión y alta tensión.

2.1.3. Baja Tensión

Las empresas distribuidoras de electricidad en el Ecuador reciben a un nivel de 69kv. Que se disminuyen a voltajes de 13.8Kv. Para luego entregar a sus usuarios a 110v/220/380.

Se debe hacer mención que existe abonados a los cuales se entregan diferentes niveles de tensión debido al uso que le dan a la misma, llamados en el caso de la Empresa Eléctrica Quito como clientes especiales.

Razón por la cual, se asume para mejor comprensión de esta investigación a la baja tensión con un nivel máximo de 440v.

2.1.4. Alta Tensión

Para el caso de alta tensión en el Ecuador se toma el mayor nivel de voltaje en la actualidad, el entregado por las centrales hidroeléctricas que corresponde a 230kv.

De acuerdo al CNEL(CNEL, 2014) y al gobierno de la república del Ecuador, con el funcionamiento del Proyecto Coca Codo Sinclair, se pretende poner en funcionamiento la primera línea de transmisión a 500kv para febrero de 2016.

También se tomaría el nivel de voltaje mínimo con el que funcionan las distribuidoras en el país que es de 13.8kV. En resumen se define como alta tensión: de 13.8 kV. hasta 230 kV.

2.1.5. Instalaciones de Alta Tensión

Según Hart (2001), todas las instalaciones que requieran de un de transformación de potencia se consideran de alta tensión. Esto quiere decir instalaciones con equipo primario como:

- Transformadores
- Disyuntores
- Seccionadores
- Protecciones
- Aisladores.

2.1.6. Instalaciones

Serway y Jewett (2005), señalan que en los sistemas eléctricos se encuentran infinidad de instalaciones, las más importantes son:

- Instalaciones Residenciales
- Instalaciones Comerciales
- Instalaciones Industriales
- Instalaciones Temporales

Dentro de las instalaciones industriales se deben mencionar las de alta tensión, las que se relacionan con este estudio, como por ejemplo: centrales de generación, sub estaciones, cámaras de transformación, líneas de transmisión y distribución.

2.2. Campos electro magnéticos

2.2.1. Campos eléctricos

“Es un campo físico que está representado mediante un modelo que describe la interacción entre cuerpos y sistemas con propiedades de naturaleza eléctrica” (Hart, 2001, pág. 25).

2.2.2. Campos magnéticos

“Es una región del espacio en la cual una carga eléctrica puntual de valor q , que se desplaza a una velocidad, sufre los efectos de una fuerza que es perpendicular y proporcional tanto a la velocidad v como al campo B ” (Hart, 2001, pág. 28). Así, dicha carga percibirá una fuerza descrita con la siguiente igualdad:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

Donde F es la fuerza, v es la velocidad y B el campo magnético, también llamado inducción magnética y densidad de flujo magnético. (Nótese que tanto F como v y B son magnitudes vectoriales y el producto vectorial tiene como resultante un vector perpendicular tanto a v como a B). El módulo de la fuerza resultante será:

$$|\mathbf{F}| = |q||\mathbf{v}||\mathbf{B}| \cdot \sin \theta$$

2.2.3. Campos electromagnéticos

Según Serway y Jewett (2005), es un campo físico, de tipo tensorial, producido por aquellos elementos cargados eléctricamente, que afecta a partículas con carga eléctrica. Dado un sistema de referencia, el campo electromagnético se divide en una "parte eléctrica" y en una "parte magnética". Como consecuencia de lo anterior tenemos que ni el "vector" campo eléctrico ni el "vector" de inducción magnética se comportan genuinamente como magnitudes físicas de tipo vectorial, sino que juntos constituyen un tensor para el que sí existen leyes de transformación físicamente esperables.

2.2.4. Campos electromagnéticos de acuerdo al nivel de tensión

Hart(2001), señala que en presencia de una carga eléctrica positiva o negativa se producen campos eléctricos que ejercen fuerzas sobre las otras cargas presentes en el campo. La intensidad del campo eléctrico se mide en voltios por metro (V/m). Cualquier conductor eléctrico cargado genera un campo eléctrico asociado, que está presente aunque no fluya la corriente eléctrica. Cuanto mayor sea la tensión, más intenso será el campo eléctrico a una determinada distancia del conductor.

Además, según este autor, los campos eléctricos son más intensos cuanto menor es la distancia a la carga o conductor cargado que los genera y su intensidad disminuye rápidamente al aumentar la distancia. Los materiales conductores, como los metales, proporcionan una protección eficaz contra los campos magnéticos. Otros materiales, como los materiales de construcción y los árboles, presentan también cierta capacidad protectora. Por consiguiente, las paredes, los edificios y los árboles reducen la intensidad de los campos eléctricos de las líneas de conducción eléctrica situadas en el exterior de las casas. Cuando las líneas de

conducción eléctrica están enterradas en el suelo, los campos eléctricos que generan casi no pueden detectarse en la superficie.

Los campos magnéticos se originan por el movimiento de cargas eléctricas. La intensidad de los campos magnéticos se mide en amperios por metro (A/m), aunque en las investigaciones sobre campos electromagnéticos los científicos utilizan más frecuentemente una magnitud relacionada, la densidad de flujo (en microteslas, μT). Al contrario que los campos eléctricos, los campos magnéticos sólo aparecen cuando se pone en marcha un aparato eléctrico y fluye la corriente. Cuanto mayor sea la intensidad de la corriente, mayor será la intensidad del campo magnético (Serway & Jewett, 2005).

Al igual que los campos eléctricos, los campos magnéticos son más intensos en los puntos cercanos a su origen y su intensidad disminuye rápidamente conforme aumenta la distancia desde la fuente. Los materiales comunes, como las paredes de los edificios, no bloquean los campos magnéticos.

Los teléfonos móviles, la televisión y los transmisores de radio y radares producen campos de RF. Estos campos se utilizan para transmitir información a distancias largas y son la base de las telecomunicaciones, así como de la difusión de radio y televisión en todo el mundo. Las microondas son campos de RF de frecuencias altas, del orden de GHz. En los hornos de microondas, utilizamos estos campos para el calentamiento rápido de alimentos. En las frecuencias de radio, los campos eléctricos y magnéticos están estrechamente relacionados y sus niveles se miden normalmente por la densidad de potencia, en vatios por metro cuadrado (W/m^2) (García, 2007).

2.2.5. La teoría CEM

Según Serway y Jewett (2005), un campo electromagnético es un campo físico, de tipo tensorial, producido por aquellos elementos cargados eléctricamente, que afecta a partículas con carga eléctrica.

El campo electromagnético se divide en una "parte eléctrica" y en una "parte magnética". Sin embargo, esta distinción no puede ser universal sino dependiente del observador. Así un observador en movimiento relativo respecto al sistema de referencia medirá efectos eléctricos y magnéticos diferentes, que un observador en reposo respecto a dicho sistema. Esto ilustra la relatividad de lo que se denomina "parte eléctrica" y "parte magnética" del campo electromagnético. Como consecuencia de lo anterior se tiene que ni el "vector" campo eléctrico ni el "vector" de inducción magnética se comportan genuinamente como magnitudes físicas de tipo vectorial, sino que juntos constituyen un tensor para el que sí existen leyes de transformación físicamente esperables.

2.2.6. Tipos de CEM

Según Serway y Jewett (2005), existen fuentes naturales de campos electromagnéticos y generados por el hombre.

- **Fuentes naturales de campos electromagnéticos:** En el medio en que viven las personas, hay campos electromagnéticos por todas partes, pero son invisibles para el ojo humano. Se producen campos eléctricos por la acumulación de cargas eléctricas en determinadas zonas de la atmósfera por efecto de las tormentas.
- **Fuentes de campos electromagnéticos generadas por el hombre:** Además de las fuentes naturales, en el espectro electromagnético hay también fuentes generadas por el hombre: Para diagnosticar la rotura

de un hueso por un accidente deportivo, se utilizan los rayos X. La electricidad que surge de cualquier toma de corriente lleva asociados campos electromagnéticos de frecuencia baja. Además, diversos tipos de ondas de radio de frecuencia más alta se utilizan para transmitir información, ya sea por medio de antenas de televisión, estaciones de radio o estaciones base de telefonía móvil.

2.3. Espectro de frecuencias

Serway y Jewett (2005), señalan que el espectro de frecuencia se caracteriza por la distribución de amplitudes para cada frecuencia de un fenómeno ondulatorio (sonoro, luminoso o electromagnético) que sea superposición de ondas de varias frecuencias. También se llama espectro de frecuencia al gráfico de intensidad frente a frecuencia de una onda particular. El espectro de frecuencias o descomposición espectral de frecuencias puede aplicarse a cualquier concepto asociado con frecuencia o movimientos ondulatorios como son los colores, las notas musicales, las ondas electromagnéticas de radio o TV e incluso la rotación regular de la tierra. El espectro de frecuencias se divide en dos grandes partes:

- Ondas materiales
- Ondas electromagnéticas.

Cuadro 1 Ondas materiales y electromagnéticas

Ondas materiales	Rayos gamma
	Rayos X
	Ultravioleta, Visible, Infrarrojo
	Radioeléctricas
Ondas electromagnéticas	Ultra sonoras, sonoras, infrasonoras

Fuente: (Serway & Jewett, 2005)

2.4. El trabajador

Con el paso del tiempo, el avance de tecnología y el desarrollo energético en el mundo fue requiriéndose mano de obra calificada para, construir, mantener o reparar los sistemas eléctricos. Así mismo se fueron cambiando los métodos, procedimientos y técnicas empleadas para mantenimiento, construcción y operación de sistemas de eléctricos de alta tensión. Estos constantes cambios también modificaron los factores de riesgo.

Las nuevas tecnologías no siempre se basan en mejorar la calidad y el bienestar de los trabajadores, se mantienen categorías de seguridad pero no siempre se investigan los nuevos métodos con los rangos más altos de seguridad. Enfocados en la salud del trabajador quien es el que directamente manipula estos métodos.

2.4.1. Tipos y métodos de trabajo en Alta Tensión

Según Chávez (2007), existen cuatro maneras de realizar los trabajos de mantenimiento o reparación en áreas eléctricas. Las que se detallan a continuación:

- **Método al contacto:** en el cual se toca directamente con las manos la línea o área a intervenir.
- **Método a distancia:** se ejecuta utilizando pértigas o bastones y accesorios.
- **Método a potencial:** en el cual el liniero ingresa a la línea o área energizada, se aísla del punto de diferente potencial, esto se logra mediante un traje especial.
- **Método de robótica:** se utiliza tecnología especializada con mandos a distancia.

Por la importancia del trabajo de estos cuatro métodos, se realiza bajo supervisión, dirección y vigilancia de un especialista. Con personal altamente entrenado y calificado que conoce el equipo y las secuencias de la tarea que va a realizar.

2.2.1.1. Método a contacto

Serway y Jewett(2005), indican que este método utiliza el contacto manual directo, está diseñado para labores de mantenimiento y reparación en líneas y áreas de distribución de hasta 46.000 voltios en los posibles puntos fase-fase, fase-neutro, fase- tierra de un sistema energizado. El procedimiento integra momentos o zonas de protección:

ZONA I

Utilizando equipo de protección personal de liniero para energizado: Casco dieléctrico, Gafas de protección UV anti arco, Botas dieléctricas, Mangas y Guantes de Goma aislante, se crea la primera Zona de protección que consiste en aislar al liniero para que realice el contacto intencional al conductor u otro elemento energizado mediante los elementos anotados.

Todos elementos de aislamiento personal deben cumplir con estrictos requisitos y estándares de calidad para protección, aislamiento. El equipo que se utiliza aísla al liniero para que realice el contacto intencional manual al conductor o elementos energizados.

Los guantes, mangas, casco, botas dieléctricas están definidos de acuerdo a una tabla de voltajes y colores de los elementos aislados, según el nivel de voltaje son de la clase II – III – IV y las normas de seguridad, protección y voltaje de aislamiento(Moelectricity S.A., 2007).

ZONA II.

Consiste en aislar al trabajador de un posible segundo punto de contacto no intencional con partes o elementos de diferente potencial al de los conductores, tales como postes, crucetas, seccionadores u otra fase.

La segunda zona es posible con el uso de un camión canasta aislado y equipos de protección (cobertores conductor, cobertores de poste, cobertores de aisladores, de seccionadores, cable de guarda, plataformas aisladas)(Moelectricity S.A., 2007). Durante la ejecución de los trabajos se distingue sube tapas que tiene características especiales:

- **Sellar Protecciones:** es el momento en que se confirma que los protectores (cobertores) utilizados para la tarea han sido convenientemente acopladas entre sí, asegurándolos de tal manera que no queda ninguna área o punto con potencial sin protección.
- **Abrir las protecciones:** es una acción inversa pero parcial para tener acceso a un determinado punto del área de trabajo en el cual se desea actuar.
- **BucketLiner:** es el aislamiento adicional cuando se introduce dentro de la canasta mantas, o alfombras de caucho aislante para garantizar un mejor aislamiento del liniero cuando por mala operación, la canasta hace contacto con un punto de diferente potencial, que ocasionaría la pérdida de aislamiento del brazo aislante.

2.2.1.2. Método a distancia

Según las normas OHSAS 18001:1999, el método a distancia se basa en la ejecución de diferentes tareas y trabajos, manteniendo al operario a la distancia

mínima permisible de conductores y partes energizadas, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2 Distancias mínimas para trabajo en línea viva

Distancias Mínimas Para Trabajo en Línea Viva						
Tensión Nominal en Kilovolts Entre Fases	Distancia					
	Exposición entre Fase y Tierra			Exposición entre Fase y Fase		
	(pies-pulg.)	(m)	(pies-pulg.)	(m)	(pies-pulg.)	(m)
0,05 a 1,0	*	*	*	*	*	*
1,1 a 15,0	2-1	0,64	2-2	0,66		
15,1 a 36,0	2-4	0,72	2-7	0,77		
36,1 a 46,0	2-7	0,77	2-10	0,85		
46,1 a 72,5	3-0	0,90	3-6	1,05		
72,6 a 121	3-2	0,95	4-3	1,29		
138 a 145	3-7	1,09	4-11	1,50		
161 a 169	4-0	1,22	5-8	1,71		
230 a 242	5-3	1,59	7-6	2,27		
345 a 362	8-6	2,59	12-6	3,80		
500 a 550	11-3	3,42	18-1	5,50		
765 a 800	14-11	4,53	26-0	7,91		

Conversión de unidades	
1 libra (lb)	0,454 kilogramos (kg)
1 onza (oz.)	0,028 kg = 28 gr
1 pie (')	0,3049 metros (m)
1 pulgada (") (pulg)	25,4 milímetros (mm)
1 kcmil	0,5067 mm ²
1 lb.pie	0,1384 kg.m = 1,36 N.m

- Estas distancias están de acuerdo a los lineamientos de OSHA en la tabla T-6 del Registro Federal, publicada el 31/1/94. Estas distancias tienen en cuenta la mayor tensión de impulso de maniobra a la cual puede estar expuesta una persona en cualquier sistema en el cual el medio aislante sea el aire y a la mayor tensión indicada en la tabla.
- La distancia de cualquier parte del cuerpo del operario a la línea debe ser igual o mayor a los valores indicados.

*Evite el contacto.

Fuente: (OHSAS 18001:1999, 1999)

Además, cabe señalar que las distancias mínimas de seguridad fueron emitidas por la norma OSHAS en T-6 de la Federal Register del 31 de enero de 1994, no obstante, es preciso que se tome en cuenta:

- Las distancias están homologadas por OSHAS en T-6 de la Federal Register el 31-01-94.
- Las distancias son para el nivel del mar.
- La distancia de cualquier parte del cuerpo humano del liniero debe ser igual o mayor a la Consignada en la tabla.
- Las Normas para trabajos en áreas vivas de INECEL-1996, señalan que: “por cada kV debe tomarse un centímetro de distancia más 5 centímetros por seguridad” (INECEL, 1996).

Esto se consigue mediante la utilización de pértigas aislantes, equipos adicionales y accesorios con los cuales se puede actuar sobre el punto defectuoso, mantenerse o repararse.

Son especialmente diseñadas para ofrecer aislamiento, maniobrabilidad, funcionalidad y bajo peso ya que es importante cuidar el desgaste físico del personal entre ellas tenemos: Pértiga Levantadoras, Pértigas Tensoras, Pértigas Universales y Pértigas Especiales(Chávez, 2007).

Están sometidas a un prolijo cuidado, mantenimiento y bodegaje, para que las pértigas mantengan sus características, igualmente están sujetas a normalización, son de fibra de vidrio y resinas epóxicas más conocidas como Epoxiglass(García, 2007).

Con este método se opera sobre sistemas de distribución y transmisión hasta voltajes de 230.000 voltios que actualmente existen en el país.

2.2.1.2. Método a potencial

Según las normas OHSAS 18001:1999, este método se utiliza para líneas y áreas de EHV. El liniero accede a la línea o área energizada, se conecta eléctricamente mediante un cable al conductor o área viva quedando a potencial y aislado por aire, escalera, andamio. En otros países se utiliza el traje aislante que es una Jaula de Faraday o celda de ardilla teniendo como principio de funcionamiento, aislándolo de puntos que tengan diferente potencial y a tierra.

Como es un método para líneas y áreas de EHV (extra high voltaje) líneas de 435.000 – 500.000 o 750.000 voltios, no se ha aplicado en el país(Chávez, 2007).

2.2.1.3. Método robótico

Este método se utiliza en líneas de muy alta peligrosidad para el técnico, básicamente consta en la utilización de robots controlados a distancia.

2.5. Normalización aplicada a los equipos de protección personal – energizado

A continuación se expone la normalización aplicada a los equipos de protección personal-energizado.

Cuadro 3 Normalización aplicada a los equipos de protección personal-energizado

Casco dieléctrico Tipo E	Z89 – 2003
Guantes Tipo II – III – IV	IEC 903 y ASTM D- 120
Guantes de Cuero	Protección mecánica
Mangas de Goma	ASTM – 1051
Gafas con protector UV, Protección Cromática grado 6 al arco eléctrico	
Botas aisladas hasta 15.000 voltios	ICE 437
Ropa de Trabajo Debe ser ignifuga con calidad FR anti inflamación	
Camión – Canasta Aislado	ASTM F- 914 Clase IV

Fuente: (Chávez, 2007)

2.6. Herramientas y su desarrollo para trabajos eléctricos

Debe darse crédito aquellas personas que fueron capaces de prever que llegaría el día en que des energizar las líneas para efectuar trabajos de mantenimiento o reparación sería imposible o por lo menos muy problemático debido a la creciente necesidad de mantener el servicio ininterrumpido por el uso cada vez en mayores aplicaciones dedicadas al comercio, la industria, el hogar, los deportes.

Los linieros es el primer grupo de personas que se dieron cuenta de ello y en todo los caso quienes con sus indicaciones, sus necesidades propiciaban el diseño y construcción de nuevas herramientas, facilitando la realización de un mayor número de actividades sobre las líneas energizadas convirtiéndose en una realidad la práctica de la consigna conocida como “Mantenimiento De Líneas Vivas”(Chávez, 2007).

El mantenimiento de líneas vivas comenzó con el uso de los primeros bastones para operar cuchillas de fusibles energizados. Aunque en la industria eléctrica son bastante recientes las primeras herramientas, estas aparecieron en 1913 siendo fabricadas en Wapakoneta, Ohio eran de fabricación casera, toscas, de maderos secos. En 1916 se dio a conocer en Atlanta, Georgia un accesorio llamado “Gancho Eléctrico”, que era una herramienta de muelle para conectar derivaciones en línea energizada. La instalación de este conector requería el empleo de un bastón apropiado y abrió el camino para la creación y uso de otros accesorios(García, 2007).

En 1918 en Taylorville, la Tips Tool Company, empezó a fabricar conectores para línea viva, para conexión a tierra y para pértigas. Más tarde la misma fábrica introdujo al mercado una podadora de árboles, bastones, pértigas largas, silletas para bastones y un gran número de herramientas manuales que más tarde originaron las herramientas universales con cabeza intercambiables. La A.B. Chance Company, compró la Tips Tools en 1937 instaló la planta en Centralia desde donde aceleró la investigación y desarrollaron herramientas para línea vivas(García, 2007).

Según este autor, las primeras herramientas se diseñaron para trabajar hasta en 34.000 voltios, pero por seguridad y temor solo se los utilizaron hasta 22.000 voltios. A medida que los linieros fueron comprobando que el uso de los bastones los mantenía a distancia prudente y segura fueron venciendo el temor y se llegó a trabajar en 66.000 voltios y más tarde hasta 110.000 voltios.

Además, por la construcción de línea con voltajes más altos (287.000, 345.000 voltios), los bastones se hicieron largos y pesados, las herramientas de madera resultaban difíciles de maniobrar y surgió la necesidad de desarrollar un mando que fuera ligero, maniobrable y que tenga características dieléctricas. A mediados del 50 se había adoptado un bastón de fibra de vidrio como el instrumento para trabajar en líneas vivas, en 1959 se adoptó el uso de Epoxiglas Chance en las herramientas. Para 1957 se construyeron las primeras líneas de 500.000 voltios que marcaron el fin de las herramientas de madera, y pasaron a utilizarse las herramientas ligeras de epoxi glas Chance en toda la línea EHV de los EE.UU, Canadá y toda Suramérica.

En Ecuador la mayoría de empresas que daban el servicio eléctrico eran de origen de EE. UU. Por lo que la introducción al país de las pértigas, herramientas de madera, accesorios y métodos de trabajo se hizo en cada una de las empresas locales EEQSA, EMELEC, Loja, Cuenca, entre otras, hasta los 46.000 voltios debido al lento y caótico desarrollo que tenía el sector eléctrico ecuatoriano(Chávez, 2007).

Según Chávez (2007), la introducción de los equipo para trabajar en líneas de EHV vino con el desarrollo y construcción del Sistema Nacional de Transmisión y la construcción de las primeras línea de 69.000 y 138.000 voltios que INECEL construyó, para poder utilizar la energía generada en la Central Hidroeléctrica Pisayambo y los generadores térmicos montados en distintos lugares del país y más tarde el Sistema nacional de transmisión Paute, Agoyán, generadores térmicos, con líneas de 230.000 voltios.

2.7. Riesgos inherentes a los trabajos en Alta Tensión

Para identificar los riesgos inherentes a los trabajadores en Alta Tensión, la empresa Moelectricity ha desarrollado una matriz que indica la evaluación de factores de riesgo, dentro de los cuales se considera como riesgo físico la

radiación, la que incluye la exposición electromagnética, cuyos resultados se presentan en el capítulo cuatro de este estudio.

Según Cortés (2012), como consecuencia a la exposición a radiaciones se pueden provocar daños en la salud de los trabajadores de diferente tipo, como es expone a continuación:

- Radiaciones ionizantes: quemaduras, hemorragias, cánceres.
- Radiaciones no ionizantes: cataratas, conjuntivitis, inflamación de córneas.

Además, es preciso señalar que los campos eléctricos de frecuencia baja influyen en el organismo, como en cualquier otro material formado por partículas cargadas. Cuando los campos eléctricos actúan sobre materiales conductores, afectan a la distribución de las cargas eléctricas en la superficie. Provocan una corriente que atraviesa el organismo hasta el suelo(García, 2007).

Los campos magnéticos de frecuencia baja inducen corrientes circulantes en el organismo. La intensidad de estas corrientes depende de la intensidad del campo magnético exterior. Si es suficientemente intenso, las corrientes podrían estimular los nervios y músculos o afectar a otros procesos biológicos(García, 2007).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2012), el daño que causa la radiación en los órganos y tejidos depende de la dosis recibida o absorbida, que se expresa en una unidad llamada gray (Gy). El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación y de la sensibilidad de los diferentes órganos y tejidos.

Según esta entidad, la dosis efectiva está dada por el sievert (Sv), que es una unidad de dosis de radiación ponderada. Es una manera de medir la radiación ionizante en términos de su potencial para causar daño. El sievert tiene en cuenta el tipo de radiación y la sensibilidad de los tejidos y órganos. El sievert es una unidad muy grande, por lo que resulta más práctico utilizar unidades menores,

como el milisievert (mSv) o el microsievert (μSv). Hay 1000 μSv en 1 mSv, y 1000 mSv en 1 Sv. Además de utilizarse para medir la cantidad de radiación (dosis), también es útil para expresar la velocidad a la que se entrega esta dosis (tasa de dosis), por ejemplo en $\mu\text{Sv/hora}$ o mSv/año .

Más allá de ciertos umbrales, la radiación puede afectar el funcionamiento de órganos y tejidos y producir efectos agudos tales como enrojecimiento de la piel, caída del cabello, quemaduras por radiación o síndrome de irradiación aguda. Estos efectos son más intensos con dosis más altas y mayores tasas de dosis.

Si la dosis es baja o se recibe a lo largo de un periodo amplio (tasa de dosis baja) hay más probabilidades de que las células dañadas se reparen con éxito. Aun así, pueden producirse efectos a largo plazo si el daño celular es reparado, pero incorpora errores, transformando una célula irradiada que todavía conserva su capacidad de división. Esa transformación puede producir cáncer pasados años o incluso decenios. No siempre se producen efectos de este tipo, pero la probabilidad de que ocurran es proporcional a la dosis de radiación. Los estudios epidemiológicos de poblaciones expuestas a la radiación muestran un aumento significativo del riesgo de cáncer con dosis superiores a 100 mSv (García, 2007).

La radiación ionizante puede producir daños cerebrales en el feto tras la exposición prenatal aguda a dosis superiores a 100 mSv entre las 8 y las 15 semanas de gestación y a 200 mSv entre las semanas 16 y 25. Los estudios en humanos no han demostrado riesgo para el desarrollo del cerebro fetal con la exposición a la radiación antes de la semana 8 o después de la semana 25. Los estudios epidemiológicos indican que el riesgo de cáncer tras la exposición fetal a la radiación es similar al riesgo tras la exposición en la primera infancia (García, 2007).

Así se puede observar que la exposición a este riesgo de trabajo, puede tener efectos sobre la salud de diferente tipo, como los que se exponen a continuación:

Efectos sobre el embarazo

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2012) y otros organismos han evaluado numerosas fuentes y exposiciones diferentes a campos electromagnéticos en el entorno cotidiano y de trabajo, como las pantallas de computadora, colchones de agua y mantas eléctricas, equipos de soldadura por corrientes de radiofrecuencia, equipos de diatermia, y radares. El conjunto de los resultados demuestra que la exposición a los niveles típicos de los campos del medio no aumenta el riesgo de desenlaces adversos como abortos espontáneos, malformaciones, peso reducido al nacer y enfermedades congénitas. Se han publicado informes esporádicos de asociaciones entre problemas sanitarios y la presunta exposición a campos electromagnéticos, como informes sobre partos prematuros y con peso reducido de trabajadoras de la industria electrónica, pero la comunidad científica no ha considerado que estos efectos estén necesariamente ocasionados por la exposición a campos electromagnéticos (frente a la influencia de factores como la exposición a disolventes).

Cataratas

Según la OMS (2012), se ha informado de casos de irritación ocular general y cataratas en trabajadores expuestos a niveles altos de radiación de radiofrecuencia y microondas, pero estudios realizados con animales no confirman la idea de que estos tipos de trastornos oculares se puedan producir a niveles que no son peligrosos por su efecto térmico. No hay pruebas de que se produzcan estos efectos a los niveles a los que está expuesta la población general.

Campos electromagnéticos y cáncer

A pesar de los numerosos estudios realizados, la existencia o no de efectos cancerígenos es muy controvertida. En cualquier caso, es evidente que si los campos electromagnéticos realmente producen algún efecto de aumento de riesgo de cáncer, el efecto será extremadamente pequeño. Los resultados obtenidos

hasta la fecha presentan numerosas contradicciones, pero no se han encontrado incrementos grandes del riesgo de ningún tipo de cáncer, ni en niños ni en adultos(García, 2007).

Algunos estudios epidemiológicos sugieren que existen pequeños incrementos del riesgo de leucemia infantil asociados a la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia en el hogar. Sin embargo, los científicos no han deducido en general de estos resultados la existencia de una relación causa-efecto entre la exposición a los campos electromagnéticos y la enfermedad, sino que se ha planteado la presencia en los estudios de efectos artificiosos o no relacionados con la exposición a campos electromagnéticos. Esta conclusión se ha alcanzado, en parte, porque los estudios con animales y de laboratorio no demuestran que existan efectos reproducibles coherentes con la hipótesis de que los campos electromagnéticos causen o fomenten el cáncer. Se están realizando actualmente estudios de gran escala en varios países que podrían ayudar a esclarecer estas cuestiones(García, 2007).

Hipersensibilidad a los campos electromagnéticos y depresión

Algunas personas afirman ser "hipersensibles" a los campos eléctricos o magnéticos. Preguntan si los dolores, cefaleas, depresión, letargo, alteraciones del sueño e incluso convulsiones y crisis epilépticas pueden estar asociados con la exposición a campos electromagnéticos(OMS, 2012).

Hay escasa evidencia científica que apoye la posible existencia de casos de hipersensibilidad a los campos electromagnéticos.

Estudios recientes realizados en países escandinavos han comprobado que, en condiciones adecuadamente controladas de exposición a campos electromagnéticos, no se observan pautas de reacción coherentes en los sujetos expuestos.

Tampoco existe ningún mecanismo biológico aceptado que explique la hipersensibilidad. La investigación en este campo es difícil porque, además de los efectos directos de los propios campos electromagnéticos, pueden intervenir muchas otras respuestas subjetivas. Están en curso más estudios sobre esta cuestión(OMS, 2012).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Métodos de la Investigación

Esta investigación se basa en métodos de investigación empíricos y teóricos.

3.1.1. Métodos empíricos

Para el efecto se utiliza:

Medición: Se realizó la medición del fenómeno que se está investigando, obteniendo información numérica del mismo. Paralelamente al utilizar esta herramienta se requirieron métodos estadísticos para el estudio.

Encuesta: Esta técnica permitió realizar mediciones variables en la población, planteando una serie de preguntas cerradas. Se utilizaron los métodos estadísticos para el estudio.

3.1.2. Métodos teóricos

Dentro de los cuales se encuentran:

Deducción: Por permitir conocer los fenómenos para llegar a los hechos particulares y siendo el punto de partida la teoría de Campos Electromagnéticos.

Hipotético - Deductivo: Al tener como hipótesis, “Los campos electromagnéticos afectan a la salud de los trabajadores eléctricos especializados en líneas de alta tensión”. Para por medio de estándares y normas llegar a conclusiones particulares para ser comprobadas.

3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este estudio se hizo uso de la encuesta cuyo instrumento fue el cuestionario previamente elaborado, el que se aplicó de forma unipersonal. Esta técnica sirvió para conocer la apreciación que tienen los trabajadores de la empresa sobre los efectos que tiene sobre su salud la exposición a riesgos laborales relacionados con campos electromagnéticos.

Los equipos con los que cuenta la empresa indican en medidas escalares la cantidad de Gauss o de Teslas.

Equipo de medición de campo electromagnético:

Marca: REED

Descripción: EMF FIEL TESTER N° SERIE: R.113043

Datos y aplicaciones:

Dispositivo de medición de campos electromagnéticos, principalmente utilizado en equipos que poseen alta incidencia de ese fenómeno eléctrico, presente en transformadores, generadores, antenas, torres eléctricas, casas, entre otros.

Tiene una escala en mili Gauss, rango entre 0,1 – 199,9 (mG) y otra en micro Teslas, rango entre 0,01 – 19,99 (μ T).

Las mediciones se realizarán en los puntos más críticos o cercanos a las actividades que realizan los seres humanos o trabajadores. Las que serán priorizadas y tabuladas para obtener mediciones minimizando el error.

Además, se utilizó la Matriz de Riesgos laborales proporcionada por la empresa, de la cual se consideraron las evaluaciones de los riesgos físicos.

3.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se tomó en cuenta:

- Encuesta dirigida a los trabajadores con cuestionario estructurado.
- Revisión crítica de la información recogida; es decir, limpieza de la información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente.
- Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales para corregir fallas de contestación.
- Tabulación de datos.
- Manejo de información (reajuste de cuadros con casillas vacías o con datos tan reducidos cuantitativamente, que no influyen significativamente en los análisis).
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

3.4. Confiabilidad, validez de los instrumentos de la investigación

3.4.1. Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos de investigación se obtiene mediante el siguiente proceso:

Realización de un pilotaje de los instrumentos elaborados para detectar las posibles ambigüedades y errores en su estructura. La finalidad es realizar las correcciones necesarias para perfeccionarlos.

Aplicación de las normas científicas y técnicas sobre la elaboración de cuestionarios de encuesta.

3.4.2. Validez

Se elaboraron los instrumentos de recolección de datos con sujeción a las dimensiones e indicadores establecidos en la matriz de operacionalización de variables.

Las preguntas y/o ítems se estructuraron con términos para que todas las personas las entiendan con el significado que han sido definidas para la investigación; es decir, que de alguna manera sean verificables en la realidad; que sean posibles de medirse y observarse; que estén expresados en términos válidos; es decir, que los términos utilizados expresen exactamente el fenómeno que se estudia.

La validación de los instrumentos se efectúa mediante la consulta a expertos sobre la consistencia, propiedad y pertinencia que estos tienen en relación con el objeto de la investigación.

3.5. Población y muestra

La población y muestra está dada por los 30 trabajadores de la empresa Moelectricity S.A. que realizan labores técnicas.

3.6. Operacionalización de las variables

Los campos electromagnéticos producidos por los sistemas de alta tensión pueden influir en la salud de los trabajadores eléctricos de la empresa Moelectricity S.A.

3.6.1. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable Independiente: Campos Electro Magnéticos

Variable Dependiente: Exposición de trabajadores especializados en alta tensión.

Cuadro 4 Operacionalización de la Variable Independiente

Conceptualización Variable conceptual.	Dimensión variable real	Indicadores variable operacional	Técnica/ Instrumento
Variable Independiente			
<p>Los campos electromagnéticos</p> <p>Se originan por el movimiento de cargas eléctricas, coexistiendo campos magnéticos y eléctricos que se forman cuando fluye ya corriente, la intensidad de campo aumenta en función de la corriente eléctrica.</p>	<p>Intensidad magnética. (A/m)</p> <p>Densidad de flujo. (Gauss) (Teslas)</p> <p>Efectos en la Salud.</p>	<p>-Manipulan equipos y/o herramientas o se encuentran próximos a fuentes eléctricas y magnéticas.</p> <p>-Cuáles son los valores o rangos técnicos a los que se encuentran sometidos los trabajadores eléctricos.</p> <p>-Observan, sienten o han tenido complicaciones en la salud por estar en contacto cercano a los campos electromagnéticos.</p>	<p>Medición de CEM equipo sensor</p> <p>Encuesta Dirigida Cuestionario estructurado</p>
Variable Independiente			
<p>La exposición humana.</p> <p>Los trabajadores especializados en alta tensión se encuentran expuestos a factores de riesgo o contaminación electromagnética en este caso son los CEM los mismos que repercuten en el bienestar físico y mental de los trabajadores requiriendo una mayor a tensión a la salud.</p>	<p>Manifestaciones Biológicas en la salud o enfermedad profesional</p> <p>Manifestaciones físicas, incidentes o accidentes</p> <p>Manifestaciones psicológicas-sociales</p>	<p>-Los trabajadores eléctricos han manifestado problemas en su salud por aspectos relacionados con la electricidad, o radiaciones.</p> <p>-Se han registrado incidentes o accidentes por efecto de la inducción eléctrica.</p> <p>- Se manifiestan alteraciones nerviosas o afecciones mentales en la salud de los trabajadores.</p>	<p>Encuesta dirigida</p> <p>Cuestionario estructurado</p> <p>Matriz de Riesgos</p>

Elaborado por: el autor

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Propósito

Tiene por objeto definir la forma, metodología y actividades necesarias para realizar la investigación de campo y toma de muestras.

Se analizaron los resultados estadísticos destacando tendencias o relaciones fundamentales de acuerdo con los objetivos e hipótesis.

Se interpretaron los resultados, con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.

Se efectuó la operacionalización de la idea a defender y establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

4.2. Referencias

Para el análisis de los resultados se tomaron como referencias:

- Formato de encuesta.
- Matriz de Riesgos laborales suministrada por la empresa.
- Mediciones de Campo Electromagnético proporcionada por la empresa.

4.3. Autoridad y responsabilidad

Cabe señalar que la responsabilidad de elaborar y revisar este procedimiento está a cargo del investigador, la responsabilidad de aprobar este procedimiento se

obtuvo del Gerente Técnico de la empresa, la responsabilidad de la medición recae en el personal calificado para ejecutar este tipo de trabajos de la empresa.

4.4. Procedimiento: Medición de campos Electromagnéticos

La medición de los Campos Electromagnéticos fue suministrada por la empresa, acción que es realizada por técnicos con la ayuda de equipos especializados, no obstante, la persona a cargo supo indicar que para efectuar estas mediciones se tomaron en cuenta la posición de los puntos de los electrodos y del equipo de primera muestra.

Además, la medición se realizó a una altura de un metro sobre el nivel del suelo. Al considerar que los medidores de campos son sondas de un solo eje que se orientan hasta detectar la lectura de mayor valor.

4.5. Procedimiento: Encuesta dirigida a los trabajadores

Para realizar la encuesta a los trabajadores se considera a aquellos que están expuestos a los efectos de campos electro magnéticos (ver anexo 1).

4.5.1. Análisis e interpretación de resultados de la encuesta dirigida a trabajadores

Pregunta No. 1 ¿Trabaja usted para el sector eléctrico?

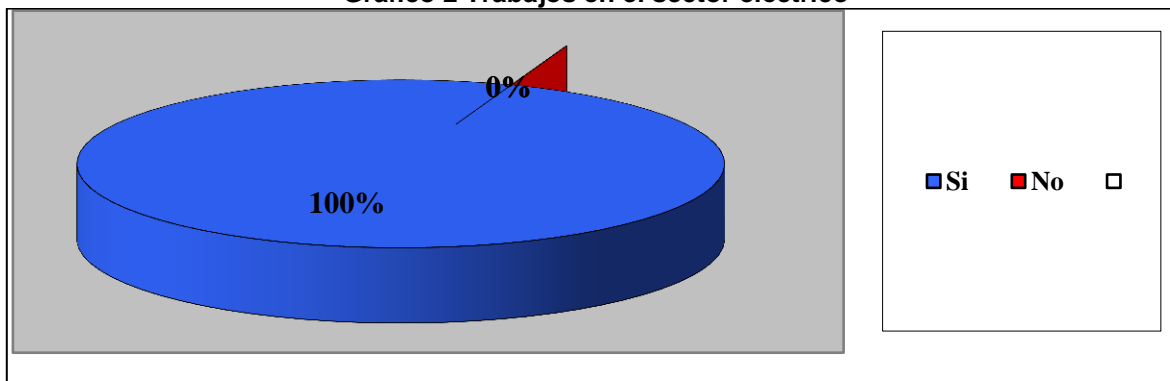
Cuadro 5 Trabajos en el sector eléctrico

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Si	30	100,0
No	-	0,0
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 2 Trabajos en el sector eléctrico



Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 100% manifiesta que trabajan para el sector eléctrico.

La encuesta fue dirigida a todo el personal técnico de la empresa, dividida en 10 electromecánicos y 20 linieros y todos trabajan para el sector eléctrico.

Pregunta No. 2 ¿Conoce de parámetros eléctricos básicos como por ejemplo: intensidad eléctrica, inducción eléctrica, voltaje?

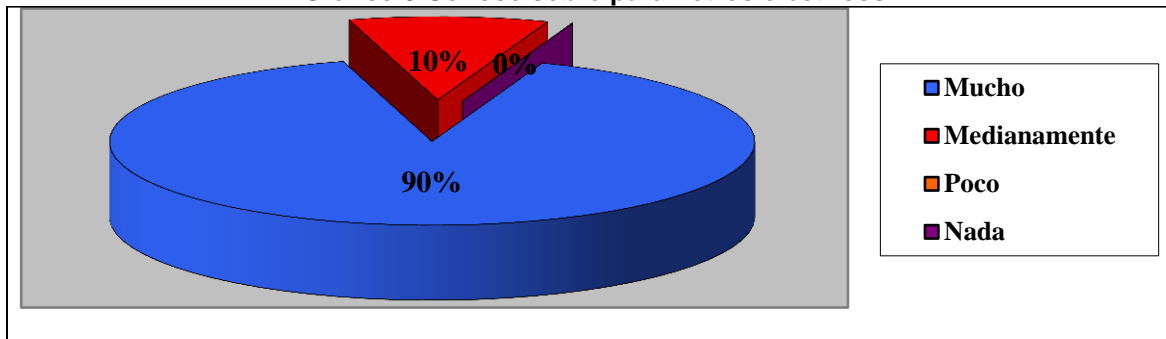
Cuadro 6 Conoce sobre parámetros eléctricos básicos

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Mucho	27	90,0
Medianamente	3	10,0
Poco	0	0,0
Nada	0	0
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 3 Conoce sobre parámetros eléctricos



Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 90% conoce mucho de parámetros eléctricos básicos como por ejemplo: intensidad eléctrica, inducción eléctrica, voltaje, mientras que el 10% conoce medianamente del tema.

Para poder desenvolverse como trabajador del sistema eléctrico, es necesario tener conocimientos sobre este tema. Esta situación determina que las afirmaciones expresadas por la mayoría de trabajadores técnicos de la empresa Moelectricity muestran que su personal tiene conocimientos que les permite desenvolverse en su ámbito laboral efectivamente.

Pregunta No. 3. ¿En promedio cuántas horas al día realiza actividades directamente en sistemas eléctricos?

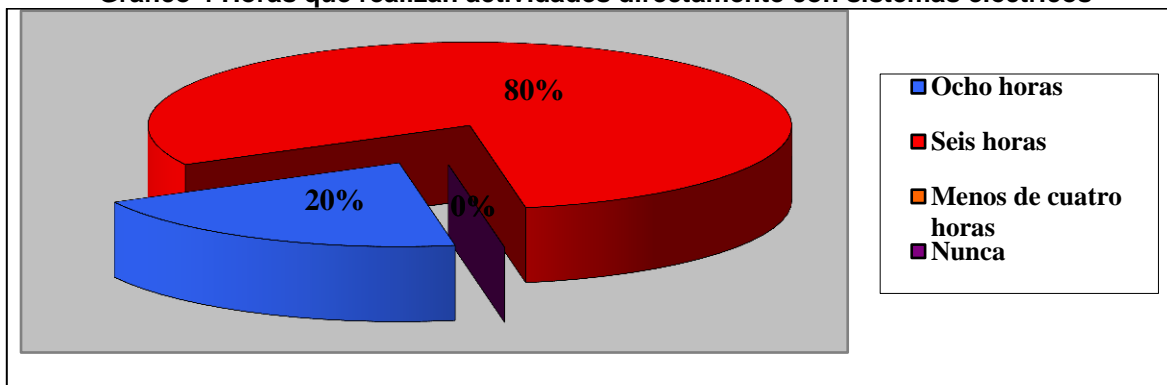
Cuadro 7 Horas que realizan actividades directamente con sistemas eléctricos

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Ocho horas	6	20,0
Seis horas	24	80,0
Menos de cuatro horas	0	10,0
Nunca	0	0
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 4 Horas que realizan actividades directamente con sistemas eléctricos



Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 20% al día realiza actividades directamente en sistemas eléctricos por ocho horas, el 80% manifiesta que trabaja seis horas y el 0% trabaja menos de cuatro horas y/o nunca.

El personal técnico no trabaja menos de seis horas en los sistemas eléctricos porque tienen una planificación previa para realizar su trabajo y en muy pocas ocasiones se modifica su horario, y el 20% de los empleados, a parte de la programación de trabajo, salen a realizar pruebas y maniobras.

Pregunta No. 4. ¿Ha tenido o sentido algún choque o contacto eléctrico directo o indirecto?

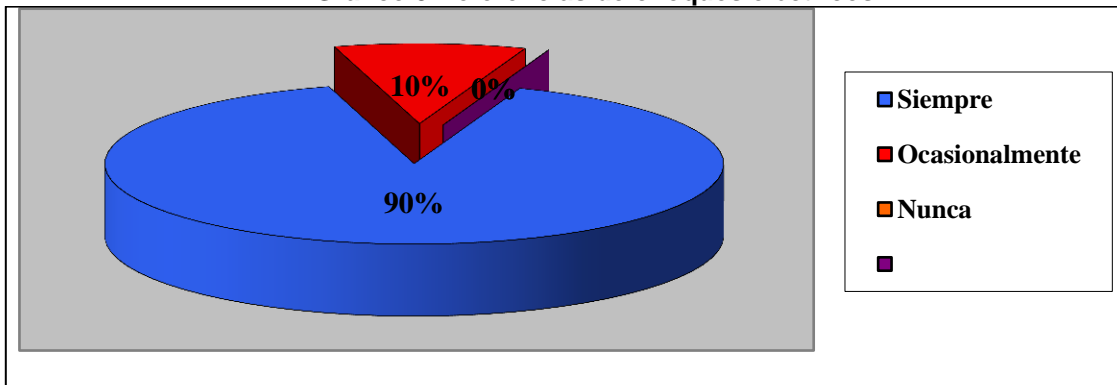
Cuadro 8 Referencias de choques eléctricos

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Siempre	27	90,0
Ocasionalmente	3	10,0
Nunca	0	0,0
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 5 Referencias de choques eléctricos



Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 90% siempre ha tenido o ha sentido algún choque o contacto eléctrico directo o indirecto, mientras que el 10% lo ha sentido ocasionalmente, y el 0% manifiesta que nunca lo ha sentido.

Generalmente, las personas que trabajan directamente con alta tensión o con sistemas eléctricos de potencia conocen de los riesgos inherentes a los cuales están expuestos a las actividades diarias que realizan. Entre estos riesgos, el más común es sentir un choque eléctrico ya sea directo o indirecto(García, 2007).

Pregunta No. 5 ¿Ha tenido o sentido algún choque o contacto eléctrico provocado por inducción eléctrica?

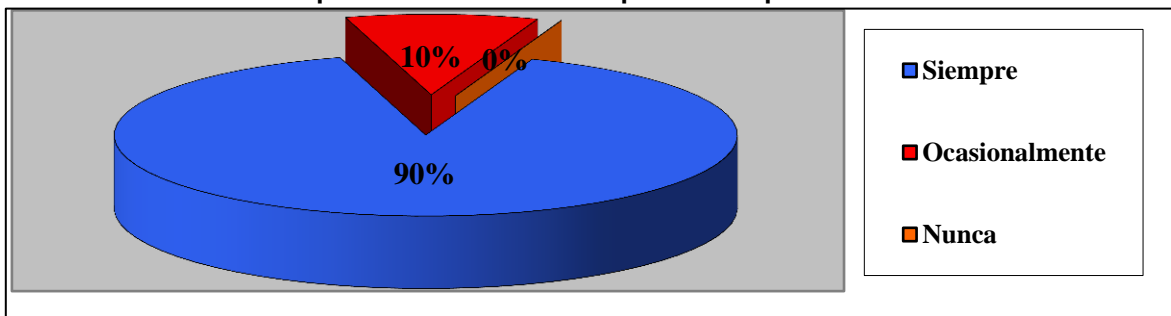
Cuadro 9 Choque o contacto eléctrico provocado por inducción eléctrica

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Siempre	27	90,0
Ocasionalmente	3	10,0
Nunca	0	0,0
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 6 Choque o contacto eléctrico provocado por inducción eléctrica



Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 90% siempre ha tenido o sentido algún choque o contacto eléctrico provocado por inducción eléctrica, mientras que el 10% lo ha sentido ocasionalmente, y el 0% manifiesta que nunca lo ha sentido.

Las personas que trabajan directamente con alta tensión o con sistemas eléctricos de potencia conocen de los riesgos inherentes a los cuales están expuestos a las actividades diarias que realizan. Entre estos riesgos también se pueden mencionar los choques o contactos eléctricos provocados por inducción eléctrica, los que en este caso sí se han sentido por la mayoría de trabajadores, lo que indica que la exposición a este riesgo laboral es continua.

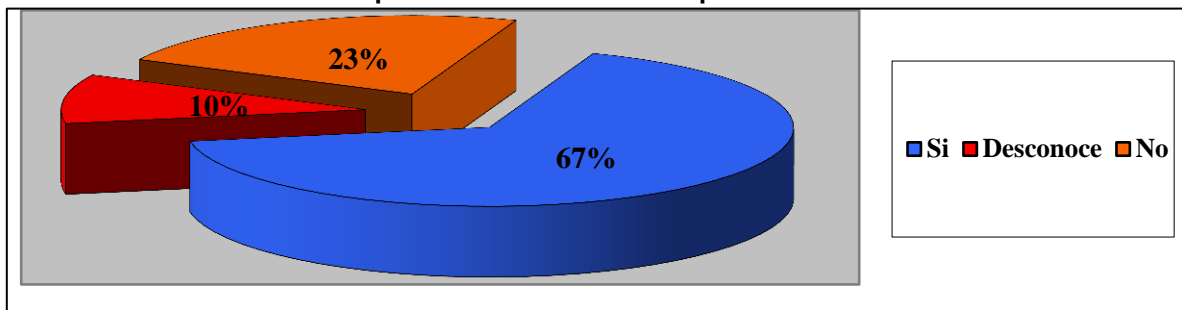
Pregunta No. 6 ¿Alguna vez consideró si la inducción eléctrica puede causar accidentes o enfermedades por mínimas que sean?

Cuadro 10 Considera que la inducción eléctrica puede causar daños a la salud

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Sí	20	66,6
Desconoce	3	10,1
No	7	23,3
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 7 Considera que la inducción eléctrica puede causar daños a la salud

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 67% sí considera que la inducción eléctrica puede causar accidentes o enfermedades por mínimas que sean, el 23% no y el 10% desconoce del tema.

Más de la mitad de los empleados encuestados tienen conocimiento de que la inducción eléctrica puede causarles accidentes o enfermedades. Esta situación determina que las afirmaciones expresadas por la mayoría de trabajadores técnicos de la empresa Moelectricity tienen validez y son confiables, porque concuerdan con lo expuesto por Cortés (2012), quien determina que la exposición a este tipo de riesgo puede provocar afecciones en la salud que pueden ser irrevocables, lo que indica que los trabajadores de esta empresa sí conocen sobre los riesgos a los que se exponen en su trabajo diario.

Pregunta No. 7. ¿La inducción eléctrica ha provocado algún malestar por pequeño que sea en usted, como por ejemplo, se ha puesto nervioso después de recibir una descarga?

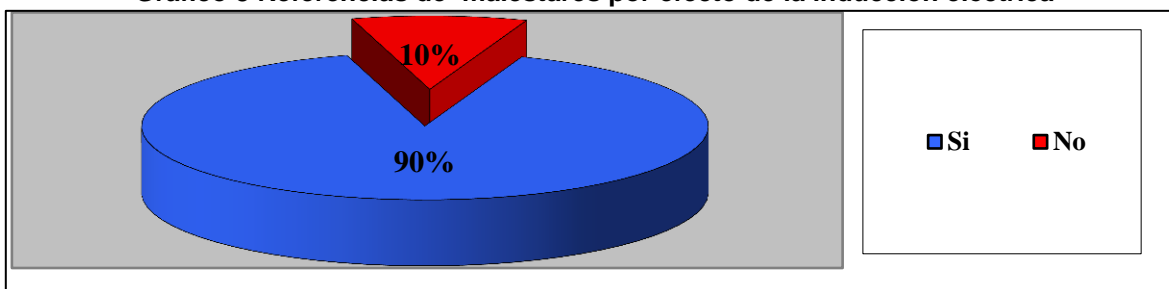
Cuadro 11 Referencias de malestares por efecto de la inducción eléctrica

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Sí	27	90,0
No	3	10,0
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 8 Referencias de malestares por efecto de la inducción eléctrica



Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 90% si ha sentido que la inducción eléctrica ha provocado algún malestar, mientras que el 10% no lo ha sentido nunca.

Casi todos los empleados que trabajan con alta tensión han podido sentir los malestares que se producen al realizar trabajos que los exponen a corrientes eléctricas tan elevadas, lo que indica que existe un riesgo eminente.

Pregunta No. 8 ¿Está acostumbrado a ese tipo de descargas?

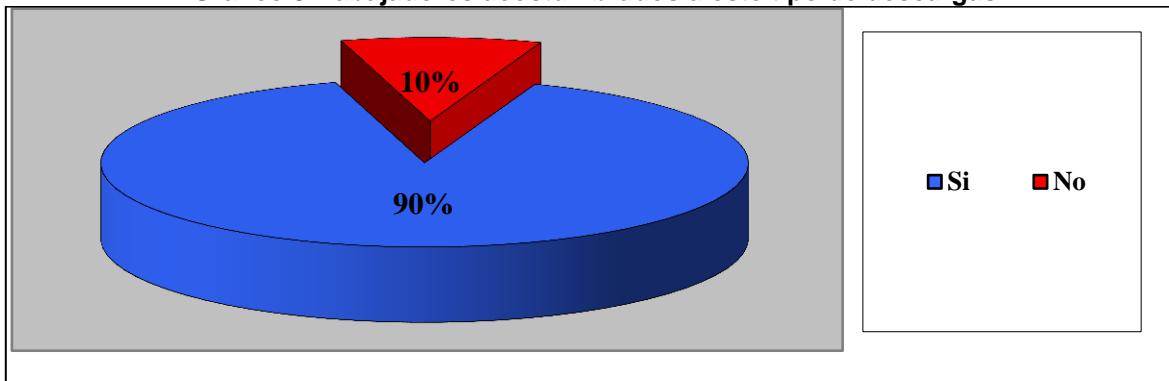
Cuadro 12 Trabajadores acostumbrados a este tipo de descargas

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Sí	27	90,0
No	3	10,0
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 9 Trabajadores acostumbrados a este tipo de descargas



Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 90% si está acostumbrado a ese tipo de descargas, mientras que el 10% no lo está.

Generalmente, los empleados que trabajan con alta tensión saben que están expuestos constantemente a recibir descargas y que éstas son normales y forman parte de la cotidianidad en el desenvolvimiento de sus actividades. Es por esto que están acostumbrados a que les suceda esto, lo que ratifica que estos trabajos relacionados sí exponen a riesgos laborales a quienes los realizan.

Pregunta No.9 ¿Cree usted que este tipo de descargas o inducción a lo largo del tiempo generan algún problema para su salud?

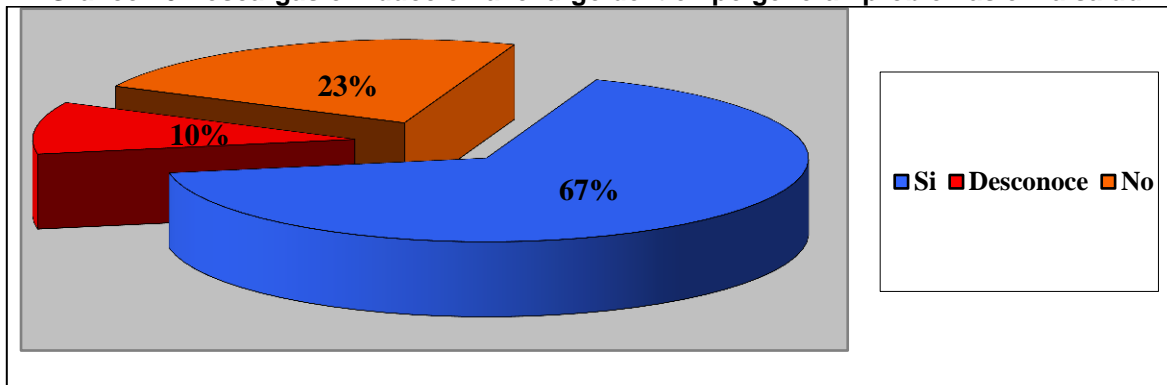
Cuadro 13 Descargas o inducción a lo largo del tiempo generan problemas en la salud

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Sí	20	66,6
Desconoce	3	10,1
No	7	23,3
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 10 Descargas o inducción a lo largo del tiempo generan problemas en la salud



Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 67% sí cree que este tipo de descargas o inducción a lo largo del tiempo generan algún problema para su salud, el 23% no y el 10% desconoce del tema.

Haciendo referencia a la pregunta número 6, se puede ver que existe relación, en vista de que más de la mitad de los empleados encuestados creen que este tipo de descargas o inducción a lo largo del tiempo generan algún problema para su salud.

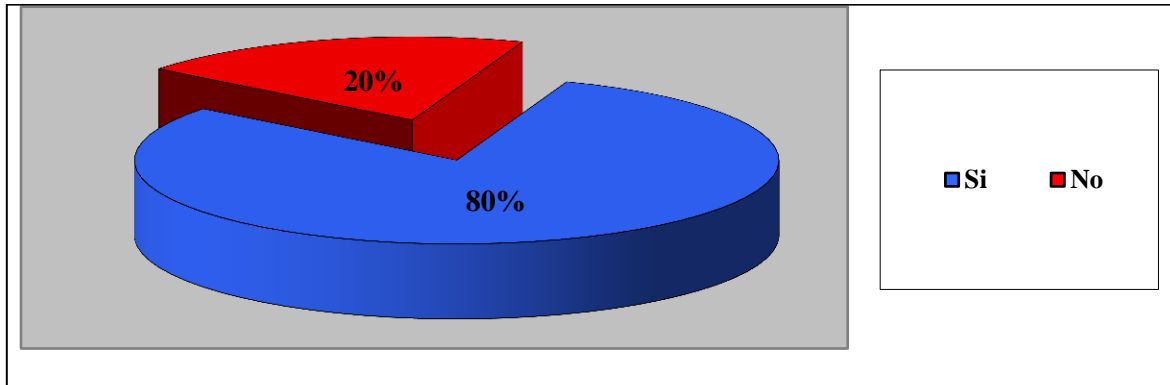
Pregunta No.10 ¿En su vida laboral ha tenido algún accidente o enfermedad relacionadas con sus trabajo?

Cuadro 14 En la vida laboral ha tenido accidentes o enfermedades laborales

RESPUESTAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
Sí	24	80,0
No	6	20,0
TOTAL	30	100,0

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

Gráfico 11 En la vida laboral ha tenido accidentes o enfermedades laborales

Fuente: encuesta

Elaborado por: el autor

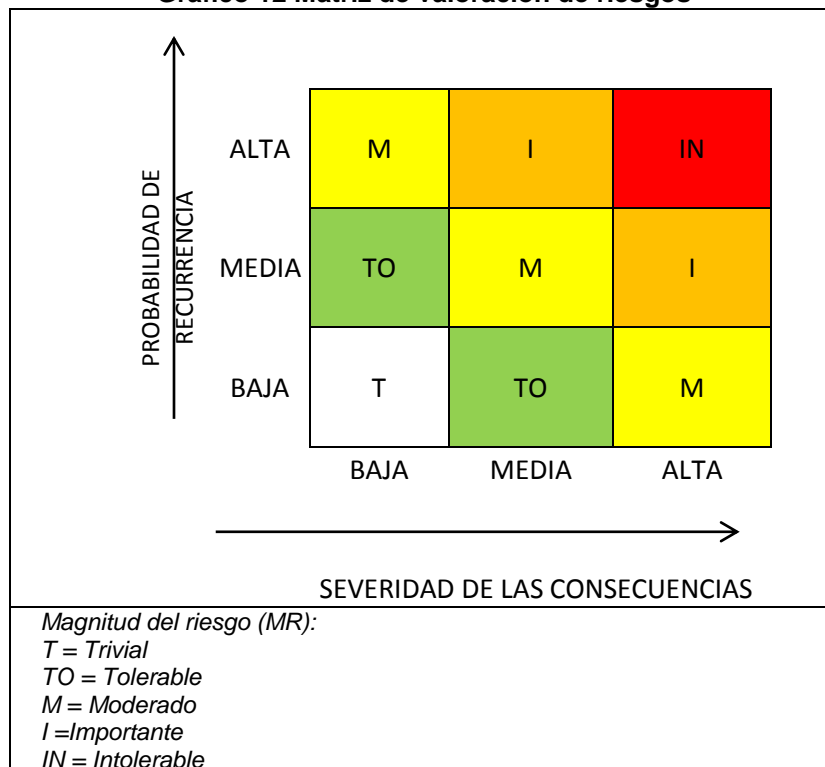
Análisis e interpretación: Del personal técnico que trabaja para la empresa Moelectricity, el 80% de los trabajadores ha tenido algún accidente o ha sufrido de alguna enfermedad relacionado con su trabajo, mientras que el 20% no.

De acuerdo a las actividades inherentes que desarrollan los técnicos directa o indirectamente, la mayor parte de ellos han tenido algún tipo de accidente o enfermedad dentro del ámbito laboral por la suma de todos los factores de riesgos implícitos.

4.5.2. Análisis de la Matriz de Riesgo relacionada con la exposición a riesgos físicos

Para el análisis de los riesgos físicos se utiliza la Matriz de Valoración de Riesgos (ver anexo 2), en la cual se considera la probabilidad de recurrencia, la severidad de consecuencias y la magnitud de los riesgos, ejemplificada en el siguiente gráfico.

Gráfico 12 Matriz de valoración de riesgos



Fuente: (Cortés, 2012)

Para establecer la magnitud del riesgo se establecen rangos, cuyos equivalentes permiten reconocer las medidas que se deben tomar para mitigarlo. Bajo los parámetros que se exponen a continuación se presenta el análisis de los factores físicos de riesgo laboral al que están expuestos los trabajadores del área técnica de la empresa Moelectricity S.A.

Cuadro 15 Rangos, equivalencias y medidas a tomar de acuerdo a la valoración de riesgos

Rangos	Equivalencias	Medidas a tomar
0	Riesgo trivial	No se requieren acciones específicas
1 - 2	Riesgo Tolerable	Es preciso realizar comprobaciones periódicas.
3 - 4	Riesgo Moderado	Se deben tomar acciones para mitigar los riesgos.
5 - 6	Riesgo Importante	Se debe suspender el trabajo hasta tomar medidas preventivas.
>6	Riesgo Intolerable	El trabajo se debe prohibir hasta que los riesgos sean mitigados.

Fuente: (Cortés, 2012)

Elaborado por: el autor

A continuación se presentan los promedios alcanzados en la Matriz de Riesgos Físicos de la empresa.

Cuadro 16 Matriz de Riesgos Físicos electromagnetismo y manejo eléctrico de la empresa Moelectricity S.A.

ACTIVIDAD	PROCESOS	Radiación no ionizante (UV, Ir, electromagnetismo)	Manejo eléctrico
Montaje de equipo eléctrico primario	Supervisión del montaje y pruebas operacionales	6	6
	Autotransformadores de potencia. Disyuntores. Seccionadores. Columna de aisladores. Descargadores de sobre tensión. Transformadores inductivos, de corriente, capacitivos.	7	8
	Banco de capacitores	6	6
	Reactores limitadores de corriente	5	7
	Aisladores	6	7
	Barras terciarias	7	8
Conexión de barras y cables de alta tensión	Tensado de conductores e hilos de guarda	7	7
	Preparación de los conectores(ponchado, cadenas)	5	4
	Precauciones de seguridad, charlas, inspecciones.	5	4
	Tensado de conductores.	7	8
	Carretes (transporte, montaje, medidas)	6	6
	Reparaciones y pendientes	6	6
	Empalmes permanentes	5	6
Ajuste de flecha	7	8	
Instalación de ductos y bandejas porta conductores	Ductos rígidos	4	6
	Bandejas para cables	4	6
Montaje de tableros de control, medición y protección	Ajustes y calibración	5	7
	Cables aislados de control y fuerza para baja tensión	5	7
	Cables de fibra óptica	4	6
	Generadores de emergencia	5	7
	Letreros, señalética	3	4
Montaje electromecánico de estructuras	Montaje de estructuras de acero	6	7
	Calzas de las placas de base	4	4
	Reajuste Torque	6	6
Instalación de iluminación exterior	Iluminación de calles	5	6
	Iluminación de patios y emergencia, postes de hormigón luminarias y reflectores.	5	6
	Poste metálico y luminaria	6	6
	Alimentación	6	7
Montaje de conexiones a tierra	Instalación de puesta a tierra	3	5
	Conexión de malla de tierra	3	5
Montaje de equipo medico	Instalación de equipos.	6	6
	Mantenimiento de equipos Médicos	6	6
Instalación y pruebas de montaje de equipos de alta potencia	Conductores aéreos, hilos de guarda y derivaciones a equipos	7	7
	Aceites aislantes dieléctrico	6	7
	Transformadores de poT. Disyuntores. Seccionadores. Divisores Capacitivos de potencial.	7	7
	Pararrayos	6	7

	Tratamiento de dieléctricos	6	6
	Bancos de capacitores	5	7
Instalación y pruebas de funcionamiento de los equipos de servicios auxiliares	Alimentadores subterráneos de alta tensión	4	6
	Paneles de distribución	4	7
	Generadores de emergencia	4	5
	Baterías y cargadores	4	4
	Cables de baja tensión para fuerza y control	4	5
	Motores eléctricos y accesorios	4	5
	Transformadores de distribución	7	7
Pruebas de funcionamiento	Ductos y bandejas para cables	4	5
	Iluminación de calles, patios y de emergencia	4	7
	Malla de tierra	4	5
	Paneles de Control	3	7
	Equipo de teleprotección y equipo telefónico	3	4
	Sistema contra incendio	3	4
PROMEDIO		5	6

Fuente: Matriz de Riesgos Moelectricity S.A.

Elaborado por: Moelectricity S.A.

Análisis e interpretación: Los trabajadores del área técnica de la empresa Moelectricity S.A. están expuestos en promedio 6 horas al día, en promedio de forma importante a radiaciones electromagnéticas y manejo eléctrico, lo que podría afectar su salud, por lo que es indispensable que la empresa tome medidas precautelares que permitan minimizar los riesgos existentes. Los procesos que más riesgo laboral implican por tener una valoración intolerable:

- Autotransformadores de potencia. Disyuntores. Seccionadores. Columna de aisladores. Descargadores de sobre tensión. Transformadores inductivos, de corriente, capacitivos.
- El manejo eléctrico de reactores limitadores de corriente, aisladores y barras terciarias.
- Tensado de conductores e hilos de guarda.
- Ajuste de flecha.
- Ajuste y calibración.
- Empalmes permanentes.
- Cables aislados de control y fuerza para baja tensión.
- Generadores de emergencia.
- Montaje de estructuras de acero.

- Alimentación de instalaciones de iluminación exterior.
- Conductores aéreos, hilos de guarda y derivaciones a equipos.
- Instalación y pruebas de transformadores de poT. Disyuntores. Seccionadores. Divisores Capacitivos de potencial, pararrayos, bancos de capacitores, paneles y transformadores de distribución.
- Pruebas de funcionamiento de iluminación de calles, patios y de emergencia, y paneles de control.

Cabe señalar que existen riesgos físicos relacionados con las radiaciones no ionizantes, riesgos eléctricos y trabajos de mantenimiento, cuyas consecuencias pueden ser directas o indirectas como se expone en el siguiente cuadro.

Cuadro 17 Riesgos relacionados y consecuencias

Riesgos relacionados	Consecuencias de CEM directas	Consecuencias de CEM indirectas
Radiaciones no ionizantes	<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones moleculares, • Alteraciones genéticas, • Cambios en estructuras de ADN, • Alteraciones nerviosas 	Enfermedad profesional.
Riesgos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración Nerviosa, • Falta de concentración en el trabajo, • Contacto eléctrico indirecto, muerte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quemaduras por choque eléctrico, • Caídas a distinto nivel, • Golpes y lesiones.
Trabajos de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones moleculares, • Alteraciones genéticas, • Cambios en estructuras de ADN 	Enfermedad profesional.
Inestabilidad emocional	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración Nerviosa, • Falta de concentración en el trabajo 	Consecuencias en el entorno laboral, familiar, social, emocional.

Elaborado por: el autor

4.5.3. Medición de Campos Electromagnéticos de las Subestaciones de la empresa Moelectricity S.A.

Cabe señalar que las mediciones se realizan siguiendo las disposiciones de la normativa vigente, contenidas en el anexo 10 del TULAS(2007), normativas

técnicas ambientales para la prevención y control de la contaminación ambiental para los sectores de infraestructura: eléctrico, telecomunicaciones, transporte. Registro Oficial N° 41 del 14 de marzo del 2007.

En la sección 4.1 se establecen los niveles de referencia:

Exposición para público general:

Intensidad de campo eléctrico (E): 4167 v/m (4.2 kV/m)

Densidad de flujo magnético: 83 μ T

Exposición para personal ocupacionalmente expuesto:

Intensidad de campo eléctrico (E): 8333 v/m (8.3 kV/m)

Densidad de flujo magnético: 417 μ T

Además, se toma en cuenta los niveles de referencia para la exposición a CEM, provenientes de fuentes de 60Hz para el público en general, trabajadores y todo personal ocupacionalmente expuesto que se encuentran establecidos por la Comisión Internacional de Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) (1998), las que se presentan a continuación.

Cuadro 18 Niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz

Tipo de exposición	Intensidad de campo eléctrico	Intensidad de campo magnético	Densidad de flujo magnético
Público en general	4167	67	83
Personal ocupacionalmente expuesto	8333	333	417
Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos hasta 300GHz			

Fuente: (Comisión Internacional de Protección de Radiaciones no ionizantes,
1998)

Las mediciones encontradas se clasificaron de acuerdo a la equivalencia:

1 tesla = 10.0000 Gauss.

Por lo tanto, para público en general:

83 micro Teslas = 830 mili Gauss

Para personal ocupacionalmente expuesto:

417 micro Teslas = 4170 mili Gauss.

A continuación se presentan las mediciones de Campo Electromagnéticos de las diferentes subestaciones en las que laboran los técnicos de la empresa.

Cuadro 19 Medición de Campos Electromagnéticos de las Subestaciones de la empresa Moelectricity S.A.

Descripción Subestación	VOLTAJE (kV)		PUNTO (1)	PUNTO (2)	PUNTO (3)	PUNTO (4)
	(P)	(S)	(mG)	(mG)	(mG)	(mG)
NELSON MERA	69	13,8	84,7	82,9	78,3	50,4
CEDEGE	69	13,8	63,4	60,6	57,8	30,2
CENTRO INDUSTRIAL	69	13,8	48,6	47,5	46,2	25,6
SAN JUAN	-	-	0	0	0	0
PUEBLO VIEJO	69	13,8	56,2	55,8	54,9	31,1
VENTANAS	69	13,8	35,5	34,6	33,1	18,9
VINCES	69	13,8	18,5	18,0	17,8	5,9
VINCES	67	13,2	26,3	25,7	24,3	8,6
TERMINAL TERRESTRE	69	13,8	39,7	38,3	35,9	13,7

Fuente: Moelectricity S.A.

Elaborado por: Departamento Técnico Moelectricity S.A.

Análisis e interpretación: Para analizar estas mediciones es pertinente tomar como referencia las normas internacionales expuestas, de acuerdo a las cuales no existe exposición a este riesgo laboral por parte de los trabajadores técnicos de la empresa Moelectricity S.A., en razón de que ningún punto de medición sobrepasa los 417 micro Teslas = 4170 mili Gauss. Resultados que contradicen a lo estipulado en la Matriz de Riesgos y en lo referido por los trabajadores de la empresa.

Por ello, el investigador cuestiona los parámetros establecidos, en vista de que la medición de la exposición a CEM, de acuerdo a como indica la norma se realiza a un metro del suelo, lo que no se aplica para los trabajadores linieros y electrónicos de alta tensión, quienes laboran a la altura de los equipos de conexionado primario, que por lo general se encuentran entre 3 y 4 metros sobre el nivel del suelo, además, al considerar que el conexionado se toma de las barras principales que se encuentran aproximadamente a 9 y 10 metros de altura, el técnico realiza su trabajo sobre los 4 metros, pudiendo llegar hasta 12 metros de altura dentro del área de conexionado primario, en donde por lógica las mediciones del CEM son mayores a las tomadas a un metro del piso y por ende podrían superar los rangos establecidos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Los riesgos laborales relacionados con la exposición a campos magnéticos en los trabajadores eléctricos podrían estimular los nervios y músculos o afectar a otros procesos biológicos que incluyen daños cerebrales en el feto, irritación ocular general y cataratas e hipersensibilidad.
2. Los procesos que mayor exposición presentan y podrían afectar a los trabajadores corresponden a los que tienen una valoración de intolerable en la Matriz de Riesgos, y corresponde al manejo de autotransformadores de potencia, manejo de disyuntores, seccionadores, columna de aisladores, descargadores de sobre tensión, transformadores inductivos, de corriente, capacitivos, reactores limitadores de corriente, aisladoras y barras terciarias, trenzado de conductores e hilos de guarda, ajuste de flecha, ajuste y calibración, empalmes permanentes, cables aislados de control y fuerza para baja tensión, generadores de emergencia, montaje de estructuras de acero. Trabajos de alimentación de instalaciones de iluminación exterior, conductores aéreos, hilos de guarda y derivaciones a equipos, instalación y pruebas de transformadores de poT, disyuntores, seccionadores, divisores capacitivos de potencial, pararrayos, bancos de capacitores, paneles y transformadores de distribución. Pruebas de funcionamiento de iluminación de calles, patios y paneles de control.

3. En contraposición a lo expuesto en la Matriz de Riesgos y lo referido por los trabajadores, al tomar como referencia las normas internacionales de medición, al parecer en la empresa Moelectricity S.A. no existe exposición a campo electromagnético por parte de los trabajadores técnicos, en razón de que ningún punto de medición sobrepasa los 417 micro Teslas = 4170 mili Gauss.

Recomendaciones

1. Es pertinente que las empresas que se dedican a trabajos especializados en redes eléctricas de alta tensión establezcan planes de comunicación que permitan a los trabajadores conocer claramente sobre los riesgos existentes en sus tareas diarias, con el fin de que se genere una cultura de prevención que reconozca la necesidad de utilizar equipo de protección personal.
2. Es necesario que el área directiva de las empresas que realizan trabajos en redes eléctricas fortalezcan la gestión de riesgo laboral relacionado con exposición a campos electromagnéticos, en aquellos procesos que existe una valoración intolerable, con el fin de que se enfatice en la toma de decisiones que permitan mitigarlos.
3. Se recomienda que se realicen las mediciones del campo magnético a la altura en el que se encuentran los trabajadores al momento de realizar tareas de conexasión, esto es entre 3 y 12 metros sobre el nivel del suelo para identificar si los valores sobrepasan los 417 micro Teslas = 4170 mili Gauss establecidos para este tipo de tareas y así identificar si existe en realidad una exposición a este riesgo por parte de los trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Internacional de Seguridad. (2003). *Comité de prevención de riesgos. Seminario de seguridad en trabajos eléctricos y alta tensión*. Lima: AIS.
- CELEC. EP. (2011). *Fundamentos*. Recuperado el 16 de Febrero de 2015, de <https://www.celec.gob.ec/>
- Chávez, E. (2007). *Curso de seguridad industrial*. Quito: SECAP.
- CNEL. (2014). *Informes*. Recuperado el 18 de Febrero de 2015, de <http://www.cnel.gob.ec/planillas/>
- Comisión Internacional de Protección de Radiaciones no ionizantes. (1998). *Niveles de referencia para la exposición a CEM*.
- CONELEC . (2014). *Informe 2013*. Quito: CONELEC.
- CONELEC. (2011). *La institución*. Quito: CONELEC.
- Cortés, J. (2012). *Seguridad e higiene en el trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales*. Madrid: TÉBAR.
- Federal Register. (31 de enero de 1994). *Normas OSHAS T-6*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2015, de <https://www.federalregister.gov/articles/2015/03/13/2015-05521/updating-osh-a-standards-based-on-national-consensus-standards-eye-and-face-protection>
- García, H. (2007). *El investigador del Fuego*. Mexico: PAX.
- Guillen, J. (2003). *Inducción a la seguridad y salud ocupacional*. Madrid: El Cisne.
- Hart, D. (2001). *Electrónica en potencia*. México: Pearson Educación.
- INECEL. (1996). *Normas para trabajos en áreas vivas*. Quito: INECEL.
- Ministerio del Ambiente. (2007). *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente*. Quito: Ediciones Legales.
- Moelectricity S.A. (2007). *Manual de mejoramiento continuo, ISO 90001:2000*. Quito: Moelectricity S.A.
- OHSAS 18001:1999. (1999). *Especificación. Sistemas Administrativos de Seguridad y Salud Ocupacionales*.

OMS. (Noviembre de 2012). *Radiaciones ionizantes: efectos en la salud y medidas de protección*. Recuperado el 16 de Febrero de 2015, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs371/es/>

Presidencia de la República. (2008). *Decreto Ejecutivo 849*. Quito: Ediciones legales.

Robbins, A., Wilhelm, M., & Oja, D. (2008). *Análisis de circuitos*. España: Cengage Learning.

Serway, R., & Jewett, J. (2005). *Electricidad y magnetismo*. México: Thomson.

ANEXOS

Anexo 1: Formato de la encuesta



La presente encuesta tiene fines netamente académicos y servirán para sustentar la tesis titulada “Estudio de la exposición a campos electromagnéticos y su repercusión en los trabajadores especializados en redes eléctricas de alta tensión en la empresa Moelectricity S.A.”, por lo que se le solicita responda con toda libertad y veracidad.

Coloque una X en el casillero que considere conveniente.

1. ¿Trabaja usted para el sector eléctrico?

Sí	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

2. ¿Conoce de parámetros eléctricos básicos como por ejemplo: intensidad eléctrica, inducción eléctrica, voltaje?

Mucho	<input type="checkbox"/>
Medianamente	<input type="checkbox"/>
Poco	<input type="checkbox"/>
Nada	<input type="checkbox"/>

3. ¿En promedio cuántas horas al día realiza actividades directamente en sistemas eléctricos?

Ocho horas	<input type="checkbox"/>
Seis horas	<input type="checkbox"/>
Menos de cuatro horas	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

4. ¿Ha tenido o sentido algún choque o contacto eléctrico directo o indirecto?

Siempre	<input type="checkbox"/>
Ocasionalmente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

5. ¿Ha tenido o sentido algún choque o contacto eléctrico provocado por inducción eléctrica?

Siempre	<input type="checkbox"/>
Ocasionalmente	<input type="checkbox"/>
Nunca	<input type="checkbox"/>

6. ¿Alguna vez consideró si la inducción eléctrica puede causar accidentes o enfermedades por mínimas que sean?

Sí	
Desconoce	
No	

7. ¿La inducción eléctrica ha provocado algún malestar por pequeño que sea en usted, como por ejemplo, se ha puesto nervioso después de recibir una descarga?

Sí	
No	

8. ¿Está acostumbrado a ese tipo de descargas?

Sí	
No	

9. ¿Cree usted que este tipo de descargas o inducción a lo largo del tiempo generan algún problema para su salud?

Sí	
Desconoce	
No	

10. ¿En su vida laboral ha tenido algún accidente o enfermedad relacionados con su trabajo?

Sí	
No	

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 2: Matriz de Riesgos

INFORMACIÓN GENERAL MOELECTRICITY S.A.				FACTORES DE RIESGO																																													
				FACTORES FÍSICOS			FACTORES MECÁNICOS						FACTORES QUÍMICOS				FACTOR ES BIOLÓGICOS	FACTORES ERGONÓMICOS			FACTORES PSICOSOCIALES			ACCIDENTES MAYORES																									
CAMPO	ÁREA / DEPARTAMENTO	PROCESO ANALIZADO	No. TAREA	Temperatura baja	Iluminación insuficiente	Ruido	Radiación No ionizante (UV, IR, electromagnética)	Presiones Anormales (presión atmosférica, altitud geográfica)	Manejo Eléctrico	Piso Irregular, resbaladizo	Obstáculos en el piso	Desorden	Maquinaria Desprotegida	Manejo de Herramienta cortante y/o punzante	Circulación de Maquinaria y vehículos en áreas de trabajo	Desplazamiento en transporte (terrestre, aéreo, acuático)	Transporte Mecánico de Cargas	Trabajo en altura o a distinto nivel (desde 1,8 metros)	Caja de objetos manipulación, derrumbamiento, desprendimiento	Superficies o materiales calientes	Trabajos de mantenimiento	Polvo orgánico	Polvo inorgánico (metálico)	Gases de SF6	Vapores de aceites, combustibles	Aerosoles (desoxidantes, pintura, galvanizantes)	Smog (contaminación ambiental)	Manipulación de aceite eléctrico	Presencia de vectores (roedores, moscas, cucarachas)	Insalubridad - agentes biológicos (microorganismos, hongos, parásitos)	Consumo de alimentos no garantizados	Sobreesfuerzo físico	Levantamiento manual de objetos	Posición forzada (de pie, sentada, encorvada, acostada)	Uso inadecuado de pantallas de visualización/PVDs	Trabajo nocturno	Trabajo a presión	Alta responsabilidad	Sobrecarga mental	Minuciosidad de la tarea	Inestabilidad en el empleo	Inadecuada supervisión	Desmotivación e insatisfacción laboral	Desarraigo familiar	Trato con clientes y usuarios	Amenaza delincuencia	Sistema eléctrico defectuoso	Presencia de puntos de ignición	Ubicación en zonas con riesgo de desastres
1	MONTAJE DE EQUIPO ELÉCTRICO	Supervisión del montaje y pruebas operacionales	1	0	0	4	6	4	6	5	6	4	6	5	3	4	5	5	7	6	6	4	4	6	0	4	6	3	4	6	6	6	5	6	4	5	7	7	7	3	0	4	4	6	0	6	4		

PRIMARIO	2	Autotransformadores de potencia. Disyuntores. Seccionadores. Columna de aisladores. Descargas de sobre tensión. Transformadores inductivos, de corriente, capacitivos.	10	10	8000	5748	5545	6545	8756	4464	5063	5676	7700	5656	4443	4007	4	
	3	Banco de capacitores	4	4	8000	4646	4445	4554	4444	4444	4004	0044	6666	0044	4445	4444	005	4
	4	Reactores limitadores de corriente	3	3	8000	4547	4444	4444	4446	4444	4504	0444	6666	0055	4444	4444	007	4
	5	Aisladores	4	4	8000	4647	5445	6444	7646	4400	0050	0056	7770	0666	6644	4444	007	4
	6	Barras terciarias	4	4	8000	5748	5645	7544	6466	4064	5070	0466	5700	5555	5444	4444	007	0
	7	Tensado de conductores e hilos de guarda	4	4	8000	4747	5545	7444	7745	4000	0050	0056	7770	0666	6644	4444	007	0
CONEXIÓN DE BARRAS Y CABLES DE ALTA TENSIÓN	8	Preparación de los conectores (ponchado, cadenas)	3	3	4000	4544	5644	5444	4444	4500	0050	0046	4450	0555	5444	4444	006	0
	9	Precauciones de seguridad, charlas, inspecciones.	2	2	1000	4544	5544	4334	3043	3400	0040	0036	3340	0544	4444	4444	504	0

	10	Tensado de conductores.	6	6	8	0	0	4	7	4	8	5	5	4	6	6	4	4	6	7	7	4	6	4	0	0	0	4	0	0	0	6	6	7	7	7	0	0	6	6	6	5	0	5	4	4	0	0	7	0	
	11	Carretes (transporte, montaje, medidas)	4	4	3	0	0	4	6	4	6	5	6	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	0	0	0	4	0	0	4	4	6	6	5	5	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	0	
	12	Reparaciones Y pendientes	4	4	2	0	0	4	6	4	6	5	6	4	4	5	4	4	5	7	5	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	6	6	7	7	6	0	0	5	5	5	5	4	4	4	4	0	0	7	0	
	13	Empalmes permanentes	4	4	6	0	0	4	5	4	6	5	6	4	4	4	4	4	4	0	3	4	4	6	0	0	0	4	0	0	4	5	6	6	6	0	0	0	5	3	5	5	4	4	4	4	0	0	6	0	
	14	Ajuste de flecha	6	6	2	0	0	4	7	4	8	6	6	4	4	4	4	4	4	8	6	4	4	4	0	0	0	4	0	0	0	6	6	7	7	7	0	0	6	6	6	6	4	4	4	4	0	0	7	0	
INSTALACIÓN DE DUCTOS Y BANDEJAS PORTA CONDUCTORES	15	Ductos rígidos	6	6	8	0	0	6	4	4	6	6	6	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	0	0	4	0	0	5	4	6	6	6	6	0	0	5	5	5	4	4	4	4	4	0	0	6	0	
	16	Bandejas para cables	4	4	8	0	0	6	4	4	6	6	6	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	0	0	4	0	0	5	4	6	6	6	6	0	0	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	6	0	
MONTAJE DE TABLEROS DE CONTROL, MEDICIÓN Y PROTECCIÓN	17	Ajustes y calibración	6	6	2	0	0	4	5	4	7	4	4	4	4	6	4	4	4	5	4	4	4	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	5	4	5	0	0	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	7	0	
	18	Cables aislados de control y fuerza para baja tensión	6	6	4	0	0	4	5	4	7	4	4	4	4	6	4	4	4	5	4	4	4	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	5	4	5	0	0	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	7	0	
	19	Cables de fibra óptica	4	4	4	0	0	4	4	4	6	4	4	4	4	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	4	4	5	0	0	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	5	0
	20	Generadores de emergencia	4	4	8	0	0	6	5	4	7	4	4	4	4	6	4	4	4	5	4	6	6	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	6	5	4	0	0	5	5	5	5	4	4	4	4	0	0	6	0	
	21	Letreros, señalética	2	2	4	0	0	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	4	4	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	0	
MONTAJE ELECTROMECÁNICO	22	Montaje de estructuras de acero	9	9	8	0	0	6	6	4	7	6	5	4	4	7	5	4	5	7	7	5	5	4	0	0	0	4	0	0	4	6	6	7	7	6	0	0	6	6	6	6	4	4	4	4	0	0	7	0	

ICO DE ESTRUCTURAS	23	Calzas de las placas de base	2	2	2	0	0	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	6	4	5	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	5	4	5	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	7	0	
	24	Reajuste Torque	8	8	5	0	0	4	6	4	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	7	7	4	5	4	0	0	0	4	0	0	4	5	6	7	7	7	0	0	5	5	5	5	4	4	4	4	4	0	0	7
INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN EXTERIOR	25	Iluminación de calles	3	3	8	0	0	4	5	4	6	4	4	4	4	4	4	5	4	4	6	6	4	5	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	6	6	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	5	0	
	26	Iluminación de patios y emergencia, postes de hormigón luminarias y reflectores.	4	4	8	0	0	4	5	4	6	4	4	4	4	4	4	3	4	4	6	6	4	5	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	6	6	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	5	0	
	27	Poste metálico y luminaria	3	3	8	0	0	4	6	4	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	4	5	4	0	0	0	4	0	0	4	4	6	6	6	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	7	0	
	28	Alimentación	2	2	8	0	0	4	6	4	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	6	4	5	4	0	0	0	4	0	0	4	4	5	5	5	4	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	7	0	
MONTAJE DE CONEXIONES A TIERRA	29	Instalación de puesta a tierra	4	4	8	0	0	4	3	4	5	6	5	4	4	4	6	3	4	4	4	4	4	4	5	0	0	0	4	0	0	4	4	6	5	4	4	0	0	3	3	4	4	4	4	4	3	0	0	5	0	
	30	Conexión de malla de tierra	4	4	8	0	0	4	3	4	5	6	5	4	4	4	6	3	4	4	4	4	4	4	4	5	0	0	0	4	0	0	4	4	6	5	4	4	0	0	3	3	4	4	4	4	4	3	0	0	5	0
MONTAJE DE EQUIPO MEDICO	31	Instalación de equipos.	6	6	8	0	0	6	6	3	6	4	5	4	4	5	3	4	3	4	4	4	4	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	6	6	5	4	0	0	4	5	4	5	4	4	4	3	4	0	4	0	
	32	Mantenimiento de equipos Médicos	3	3	8	0	0	4	6	3	6	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	6	6	5	4	0	0	4	5	4	5	4	4	4	3	4	0	6	0	
INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE MONTAJE DE	33	Conductores aéreos, hilos de guarda y derivaciones a equipos	4	4	8	0	0	4	7	4	7	4	3	3	3	4	4	4	4	4	7	6	4	5	3	0	0	0	5	0	0	0	0	6	6	6	6	0	0	5	5	5	5	4	4	4	4	0	0	7	4	

EQUIPOS DE ALTA POTENCIA	34	Aceites aislantes dieléctricos	6	6	5	0	0	4	6	4	7	4	3	3	3	4	4	4	4	7	6	4	5	3	0	7	6	5	0	7	0	0	6	6	6	6	0	0	5	5	5	5	4	4	4	4	0	0	7	6	
	35	Transformadores de pot. Disyuntores. Seccionadores. Divisores Capacitivos de potencial.	6	6	8	0	0	5	7	4	7	4	3	3	3	4	4	4	4	7	6	4	5	3	0	6	6	5	0	7	0	0	6	6	6	6	0	0	5	5	5	5	4	4	4	4	0	0	7	5	
	36	Pararrayos	3	3	8	0	0	5	6	4	7	4	3	3	3	3	4	4	4	7	5	4	4	3	0	0	0	6	0	0	0	0	6	6	6	6	0	0	5	5	5	5	4	4	4	4	0	0	7	4	
	37	Tratamiento de dieléctricos	2	2	8	0	0	4	6	4	6	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	6	6	4	0	7	6	4	0	7	0	0	6	4	4	6	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	6
	38	Bancos de capacitores	3	3	8	0	0	4	5	4	7	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	4	0	4	0	0	6	4	5	5	0	0	5	5	5	5	4	4	4	4	0	0	7	4	
INSTALACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES	39	Alimentadores subterráneos de alta tensión	6	6	6	0	0	4	4	3	6	3	4	3	4	6	0	4	4	4	3	4	5	4	3	0	3	5	3	4	4	3	6	5	5	5	3	4	5	5	5	4	4	4	4	4	0	0	6	4	
	40	Paneles de distribución	4	4	6	0	0	4	4	3	7	3	4	3	4	6	0	4	4	4	3	4	5	4	3	0	3	4	3	4	4	3	6	5	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	6	4	
	41	Generadores de emergencia	3	3	8	0	0	6	4	3	5	3	4	3	4	6	0	4	4	4	3	4	5	4	3	0	3	5	3	4	4	3	6	5	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	6	5	
	42	Baterías y cargadores	2	2	8	0	0	4	4	3	4	3	4	3	4	6	0	4	4	4	3	4	5	4	3	0	3	4	3	4	4	3	6	5	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	6	4	
	43	Cables de baja tensión para fuerza y control	3	3	8	0	0	4	4	3	5	3	4	3	4	6	0	4	4	4	3	4	5	4	3	0	3	5	3	4	4	3	6	5	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	6	4	
44	Motores eléctricos y accesorios	6	6	8	0	0	6	4	3	5	3	4	3	4	6	0	4	4	4	3	4	5	4	3	0	3	4	3	4	4	3	5	5	5	5	3	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	0	6	4		

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	45	Transformadores de distribución	5	5	5	0	0	6	7	3	7	3	4	3	4	4	6	0	4	4	4	3	4	5	4	3	6	6	5	3	6	4	3	6	5	5	5	3	4	5	5	5	4	4	4	4	4	0	6	5	
	46	Ductos y bandejas para cables	2	2	1	0	0	4	4	4	5	3	4	4	4	4	6	0	4	3	4	4	4	5	4	3	0	4	5	3	4	5	4	6	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0	5	4
	47	Iluminación de calles, patios y de emergencia	2	2	1	0	0	4	4	3	7	3	4	4	4	4	5	0	4	3	7	5	3	4	4	3	0	3	5	3	4	3	4	6	6	5	6	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	7	4	
	48	Malla de tierra	2	2	4	0	0	4	4	4	5	3	4	4	4	4	6	0	4	4	4	3	3	5	4	4	0	4	5	3	4	5	4	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	5	4	
	49	Paneles de Control	2	2	8	0	0	4	3	3	7	3	4	4	4	4	6	0	4	3	7	5	4	4	4	3	0	3	5	4	4	3	4	6	6	5	6	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	0	7	4	
	50	Equipo de teleprotección y equipo telefónico	2	2	8	0	0	4	3	3	4	4	4	4	4	5	0	4	4	5	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	5	4	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	5	
	51	Sistema contra incendio	2	2	8	0	0	4	3	3	4	4	4	4	4	5	0	4	4	5	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	5	4	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	5
OFICINAS	BODEGA	52	Almacena je Herramienta Menor	1	1	6	5	4	4	0	0	3	4	4	4	4	0	3	4	3	3	4	4	4	4	0	0	3	0	0	5	4	6	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4	
		53	Almacena je Herramienta Mayor	3	3	1	5	4	4	0	0	3	3	4	4	4	4	0	3	3	4	4	4	4	4	4	0	0	3	0	0	5	4	6	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4
		54	Equipos y Maquinaria	3	3	1	5	4	4	0	0	3	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	6	0	0	4	0	0	5	4	6	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	4
		55	Líquidos	2	2	1	5	4	4	0	0	3	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4	0	0	0	4	6	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4
	GESTIÓN GERENCIAL	56	Estrategia y Dirección	2	2	4	5	4	4	0	0	0	5	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4	4	0	5	0	6	0	4	5	6	4	6	6	6	4	4	4	4	4	6	0	0

	57	Evaluación, Control y Desempeño Organizacional	3	3	7	5	4	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	4	0	5	0	6	0	4	5	6	4	6	6	6	4	4	4	4	4	6	0	0	0	
GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO	58	Contratación de personal	1	1	3	5	4	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	4	0	0	0	6	0	4	5	5	4	6	6	6	4	4	4	4	4	6	0	0	0	
	59	Resolución de conflictos interpersonales	1	1	1	5	4	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	4	0	0	0	6	0	4	5	5	4	6	6	6	4	4	4	4	4	6	0	0	0	
GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y CONTABLE	60	Facturación	1	1	7	5	4	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	4	0	0	0	6	0	4	5	5	4	6	6	6	4	4	4	4	4	6	0	0	0	
	61	Contabilidad	2	1	1	7	5	4	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	4	0	0	0	6	0	4	5	6	4	6	6	6	4	4	4	4	4	6	0	0	0	
GESTIÓN TÉCNICA	62	Planificación de proyectos	3	3	5	5	4	4	4	0	5	5	0	0	0	0	0	3	4	0	4	4	0	6	0	0	4	4	4	4	0	0	0	6	0	4	5	6	5	6	6	6	4	4	5	4	4	6	0	5	0	
	63	Evaluación, control y seguimiento de proyectos	4	4	5	5	4	4	4	0	5	5	0	0	0	0	0	4	4	0	4	4	0	6	0	0	4	4	4	4	0	0	0	6	0	4	6	6	5	6	6	6	4	4	5	4	4	6	0	5	0	
GUARDIA Y VIGILANCIA	64	Control de bienes	1	1	1	5	4	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	4	4	4	0	7	4	0	0	0	4	4	4	5	0	5	0	0
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	65	Zonas de trabajo	1	1	8	5	4	4	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	6	4	4	6	0	0	0	0	0	6	4	6	4	4	4	0	0	0
LOGÍSTICA	66	Transporte liviano	1	1	2	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	4	4	4	4	6	4	4	0	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	6	7	7	4	0	4	4	4	4	4	6	4	4	4	4	4	0	
	67	Transporte y carga pesada	2	2	1	0	0	5	0	0	4	0	4	0	0	4	5	4	6	4	4	0	5	6	5	4	4	5	5	4	4	4	6	6	4	4	0	4	4	4	6	4	6	4	4	4	4	6	4	4	0	
	68	Compra de materiales	2	2	2	0	0	4	0	0	4	4	4	0	0	4	4	4	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	3	0	4	4	6	4	5	4	0	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	6	5	0	0	