

**ANÁLISIS DE LOS CONTROLES IMPLEMENTADOS PARA LA PREVENCIÓN
DE EVENTOS POR EXPOSICIÓN A ARCOS ELÉCTRICOS DURANTE LOS
MANTENIMIENTOS DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PRINCIPAL DEL
EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE OCCIDENTAL DE COLOMBIA**

DIOMAR CONSTANZA TIBADUIZA PEREZ
EDWIN GIOVANNY CELY MELO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RIESGOS LABORALES Y SALUD EN EL
TRABAJO
BOGOTÁ D.C.
2018

ANÁLISIS DE LOS CONTROLES IMPLEMENTADOS PARA LA PREVENCIÓN DE
EVENTOS POR EXPOSICIÓN A ARCOS ELÉCTRICOS DURANTE LOS
MANTENIMIENTOS DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PRINCIPAL DEL
EDIFICIO ADMINISTRATIVO DE OCCIDENTAL DE COLOMBIA

DIOMAR CONSTANZA TIBADUIZA PEREZ
EDWIN GIOVANNY CELY MELO

Director: ADRIANA BELTRAN ARIZA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE RIESGOS LABORALES Y SALUD EN EL
TRABAJO
BOGOTÁ D.C.

2018

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo en primer lugar a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr los objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Es un orgullo de decir que pertenezco a la gran familia de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, en donde me forme como especialista en Gerencia de Riesgo Laboral y Seguridad y Salud en el Trabajo, haciendo posible mi crecimiento profesional y personal.

Nuestros padres, hermanos conyugues e hijos, que son nuestra motivación para seguir adelante con todos los proyectos que nos trazamos en el transcurso de la vida, de igual forma por compartir los buenos y malos momentos en todas las etapas del presente proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el acompañamiento incondicional de nuestros padres, hermanos, conyugues e hijos, el cual nos permitió tener confianza en avanzar en este reto académico, el cual nos traerá muchas satisfacciones en el futuro.

Agradecemos al docente Wilder Alfonzo Hernández y a todos los docentes involucrados en el acompañamiento y asesoría del desarrollo del presente proyecto.

CONTENIDO

Resumen ejecutivo	
Introducción	
1. Problema.....	12
1.1. Descripción del problema	12
1.2. Pregunta de investigación	14
2. Objetivos.....	14
2.1. Objetivo general.....	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. Justificación	15
4. Marco de referencia	16
4.1. Marco teórico.....	16
4.2. Antecedentes o Estado del arte (marco investigativo).....	22
4.3. Marco legal	24
4.4. Marco Normativo Técnico.....	25
5. Metodología.....	25
5.1. Enfoque y alcance de la investigación.....	25
5.2. Población y muestra.....	26
5.3. Instrumentos.....	26
5.4. Procedimiento	27
5.5. Análisis de información.	28
5.6. Consideraciones éticas	28
Cronograma	29
Presupuesto.....	31
Resultados y discusión	32
8.1. Identificación y recopilación de la información	32

8.2. Análisis de la información	35
8.2.1. Falla de los controles para la prevención del riesgo.....	35
8.2.2. Consolidado de las fallas en los controles	43
8.2.3. Frecuencia de falla en los controles.....	45
8.3. Relación de las causas de los accidentes con la falla de los controles.....	48
9. Conclusiones	49
10. Recomendaciones	50
11. Referencias bibliográficas	52
ANEXOS	53
Anexo 1. Consentimiento informado de participación en proyecto de investigación ...	53
Anexo 2. Solicitud de información a la empresa contratista	54
Anexo 3. Formato base de datos por accidente.....	55
Anexo 4. Formato tabla de frecuencia de fallas en los controles.....	56
Anexo 5. Tabla Relación de causas del accidente con los controles	57
Anexo 6. Formato investigación de accidentes.....	58
Anexo 7. Formato planificación de mantenimientos	61
Anexo 8. Formato análisis preliminar de riesgos (APR)	63
Lista de Tablas	
Tabla 1 Estadística de accidentes por arco eléctrico	13
Tabla 2 Relación entre energía específica y efectos fisiológicos en el cuerpo humano....	18
Tabla 3 Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas	19
Tabla 4 Nivel Mínimo de Protección térmica en los trajes u overoles ignífugos.....	21
Tabla 5 Clases de guantes dieléctricos en función del nivel de tensión alterna	21
Tabla 6 Cronograma de actividades	29
Tabla 7 Presupuesto proyecto de grado.....	31

Tabla 8 Personal promedio involucrado en los manteamientos eléctricos según profesión y años de experiencia..... 32

Tabla 9 Distribución de los controles propuestos en las planeaciones de los mantenimientos..... 33

Tabla 10 Cantidad de causas por accidente registrado 35

Lista de Imágenes

Imagen 1 Generación de arco eléctrico entre dos elementos conductores 16

Lista de Gráficos

Gráfica 1 Porcentaje de falla en los controles de ingeniería del primer accidente 36

Gráfica 2 Porcentaje de falla en los controles administrativos del primer accidente 36

Gráfica 3 Porcentaje de falla en los controles de Equipos y EPP’s del primer accidente . 37

Gráfica 4 Porcentaje de falla en los controles de ingeniería del segundo accidente 37

Gráfica 5 Porcentaje de falla en los controles administrativos del segundo accidente 38

Gráfica 6 Porcentaje de falla en los controles de Equipos y EPP’s del segundo accidente 39

Gráfica 7 Porcentaje de falla en los controles de ingeniería del tercer accidente 39

Gráfica 8 Porcentaje de falla en los controles administrativos del tercer accidente..... 40

Gráfica 9 Porcentaje de falla en los controles de Equipos y EPP’s del tercer accidente .. 40

Gráfica 10 Porcentaje de falla en los controles de ingeniería del cuarto accidente..... 41

Gráfica 11 Porcentaje de falla en los controles administrativos del cuarto accidente..... 42

Gráfica 12 Porcentaje de falla en los controles de Equipos y EPP’s del cuarto accidente 42

Resumen Ejecutivo

Los controles implementados para la mitigación del riesgo de arco eléctrico en las actividades de mantenimiento en las instalaciones de la subestación principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia, no han permitido la prevención de accidentes graves y mortales que afectan al personal encargado de dichas actividades, dado lo anterior se requiere analizar la eficacia de estos controles con el fin de salvaguardar el bienestar de los encargados de ejecutar dichos mantenimientos.

Teniendo en cuenta lo anterior debemos analizar toda la información relacionada con planeación de las actividades de mantenimiento en los casos donde se presentaron accidentes graves o mortales, con el fin de establecer si las medidas de control utilizadas en los mantenimientos a la subestación eléctrica principal son eficaces, se analizará toda la información relacionada con las investigaciones de los accidentes donde se presentó un arco eléctrico. La investigación se concentrara en un análisis cualitativo y estadístico, a través de la comparación y análisis entre la ejecución de los controles en los casos donde se presentaron accidentes con arco eléctrico y las causas de los accidentes.

Introducción

La generación de arcos eléctricos se deben en gran medida a las deficientes condiciones de las instalaciones eléctricas, las cuales no son normalizadas a los estándares legales y normativos internacionales, de igual forma no se tienen en cuenta los estándares de protección del trabajador para los mantenimientos a dichas instalaciones, lo que en consecuencia produce un número significativo de accidentalidad, para efectos de esto, la empresa contratista encargada de los mantenimientos de la subestación principal en la compañía objeto de este estudio, reporta 4 accidentes laborales en el periodo de 2016 a 2017, con un índice de frecuencia de 0,25 accidentes por cada 10 trabajadores relacionados directamente con la actividad de mantenimiento, así mismo se presentó en el mismo periodo un índice de 10,5 días perdidos por los mismos trabajadores involucrados en la actividad, esto debido a que en su mayor parte las afectaciones fueron graves, donde la principal población que se estudia son los contratistas, debido a que las empresas no asumen el riesgo por el alto impacto de las consecuencias, es por ello que se debe relacionar y analizar los controles implementados en la planeación de las actividades con las causas que generaron los accidentes laborales, con el fin de establecer si las medidas implementadas son las suficientes para la prevención de arco eléctrico, es precisamente la interrogante de este proyecto, ¿Qué controles implementados para la prevención de eventos por exposición a arcos eléctricos durante los mantenimientos de la subestación principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia no han demostrado efectividad y cuáles son sus causas?

A hora bien entendamos que las consecuencias y daños derivados de cualquier tipo de trabajo se materializa a través de un fallo en la eliminación o control del riesgo identificado en esa las operaciones de la labor asignada es allí donde (Lara Almanzán , 2012) “se considera como daños derivados del trabajo las enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo”. Con base a lo anterior podemos decir que no solo se debe tener las consecuencias producidas por el accidente laboral, el cual se define con un echo repentino que causa afectaciones físicas y/o psicológicas al trabajador, también debemos contemplar las consecuencias producidas por la exposición constante al riesgo o lo que se conoce como enfermedad laboral.

De acuerdo a lo anterior y contextualizando, las consecuencias del riesgo eléctrico en Colombia, para lo cual tomamos como referencia los datos estadísticos suministrados por (Unimedios, 2016), los cuales nos dicen que del año 2010 al 2016 se presentaron 899 muertes por electrocución y que de esas muertes 471 fallecimientos se relacionaron directamente por el mantenimiento de sistemas eléctricos y otros relacionados, con base en esta estadística debemos establecer que el arco eléctrico produce las mayores afectaciones en las personas que intervienen las instalaciones eléctricas, debido a que según (OSHA, 2018) son causados por la deficiencia en los aislamientos eléctricos entre una parte energizada y otra a otro potencial, causando una rápida liberación de energía, causando quemaduras leves y graves, sordera temporal, ceguera temporal, etc.

Por tales razones la empresa occidental de Colombia, dedicada a la explotación y comercialización de petróleo y gas ha decidido contratar personal externo en modalidad de contrato por obra para realizar las operaciones de mantenimiento a la subestación eléctrica

principal de su edificio administrativo ubicado en la zona norte de la ciudad de Bogotá, sin embargo la empresa no puede desconocer la responsabilidad civil y penal conferida por la legislación Colombiana en los casos que se presenten accidentes laborales inherentes a las labores mencionadas.

Dado lo anterior la investigación se concentrará en la relación y análisis de los controles implementados para los mantenimientos eléctricos junto con las causas de los accidentes de trabajo presentados en los contratistas por la exposición directa a los arcos eléctricos, y nos referenciaremos a los documentos técnicos y legales para la seguridad eléctrica.

1. Problema

1.1. Descripción del problema

El personal que realiza operaciones de mantenimiento en estaciones eléctricas se ven expuestos a un sin número de factores de riesgo propios de la tarea, los cuales pueden producir afectaciones graves a su integridad física. El riesgo de generación de arcos eléctricos es uno de los factores más relevantes dentro de estas operaciones, ya que causan los accidentes más graves (OSHA, 2018). Un arco eléctrico según (Agudelo Osorio, 2017) “es un evento accidental ocasionado por el paso de la corriente a través del aire, generando plasma, el cual alcanza temperaturas hasta de 20.000 °C”, el evento accidental generalmente es producido por una falla o cortocircuito en un sistema que conduce energía eléctrica, estas fallas pueden ser causadas por actos y/o condiciones inseguras al momento de las operaciones de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, donde (Agudelo Osorio, 2017) determina que “la fuente principal de los accidentes por arco eléctrico se debe a la manipulación de los equipos por parte de los operarios”.

Dado lo anterior, y según (Agudelo Osorio, 2017), “en el 75% de los casos los accidentes por arco eléctrico se generan con la presencia de personas”, por lo cual se entiende que en las operaciones de mantenimiento este porcentaje puede llegar al 100%, ya que esta actividad consiste en la manipulación constante de los equipos que conducen energía eléctrica, por lo tanto la probabilidad de materialización de las consecuencias del riesgo es mucho mas alta en este tipo de actividades. En el siguiente cuadro (Agudelo Osorio, 2017), describe las estadísticas de la ocurrencia de accidentes con arco eléctrico cuando se encuentran cerca de un tablero eléctrico con las puertas cerradas y abiertas.

Tabla 1 Estadística de accidentes por arco eléctrico

Ocurrencia de accidente	Porcentaje
Operario trabajando con las puertas del equipo abiertas	65
Trabajador frente a una puerta cerrada y el equipo no es resistente al arco	10
Trabajador no está presente y el equipo no es resistente al arco	25

Fuente: Agudelo Osorio, C. A. (2017). Mitigación del riesgo de arco eléctrico mediante protecciones adaptables en sistemas eléctricos industriales

Los efectos en el cuerpo humano derivados de la exposición a un arco eléctrico consisten en quemaduras graves, sordera temporal o permanente, lesiones físicas, molestias a la vista, paro cardíaco y la muerte, por ello se hace necesario que para la ejecución de las actividades de mantenimiento en las estaciones eléctricas se cuenten con controles de riesgo adecuados a la tarea. Los controles propuestos para la mitigación del riesgo de generación de arcos eléctricos, estudio de este proyecto, está orientado a la problemática identificada en la empresa occidental de Colombia, más específicamente en el edificio administrativo ubicado en la zona norte de la ciudad de Bogotá, donde se realizan operaciones de mantenimiento a la subestación eléctrica principal, y en los cuales se han registrado de 2016 a 2017 un total de 4 accidentes laborales relacionados con estas actividades, de los cuales 1 de ellos fue mortal, 3 fueron graves con quemaduras de primer y tercer grado, junto con contusiones. Los accidentes antes descritos cuentan con investigaciones, las cuales arrojaron una serie de medidas de control, que no han sido suficientes para prevenir los accidentes por la generación de arcos eléctricos. Por lo anterior se hace necesario

analizar de forma más profunda los controles implementados con el fin de establecer si son los adecuados para mitigar el riesgo de generación de arco eléctrico en las actividades de mantenimiento a la subestación eléctrica principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia.

1.2. Pregunta de investigación

¿Qué controles implementados para la prevención de eventos por exposición a arcos eléctricos durante los mantenimientos de la subestación principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia no han demostrado efectividad y cuáles son sus causas?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Analizar los controles implementados para la prevención de eventos por exposición a arcos eléctricos durante los mantenimientos de la subestación eléctrica principal del edificio administrativo occidental de Colombia.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar la información de la planificación de las actividades de mantenimiento a la subestación eléctrica incluyendo los análisis de trabajo seguro para tareas de alto riesgo.
- Analizar la información recopilada en las investigaciones de los accidentes presentados en la ejecución de los mantenimientos a la subestación eléctrica.
- Relacionar las causas de los accidentes con los controles propuestos en la planificación de los mantenimientos.

3. Justificación

Esta problemática se estudia principalmente para establecer si las medidas implementadas por los responsables de seguridad y salud en el trabajo de la sede administrativa en la empresa Occidental de Colombia, han sido suficientes al momento de ejecutar los mantenimientos en la subestación eléctrica principal, ya que se han presentado 4 accidentes, donde 1 de ellos fue mortal y 3 ocasionaron quemaduras de segundo y primer grado, junto con contusiones leves a los trabajadores de la empresa contratista que se encontraba realizando la actividad, en el periodo de enero del 2016 a Diciembre del 2017, relacionados directamente con la generación de arcos eléctricos. Como ya se estableció, las tasas de afectaciones graves en accidentes de este tipo son altas en comparación con otros factores de riesgo a los cuales están expuestos los trabajadores a la hora de realizar los trabajos de mantenimiento eléctrico.

La población beneficiada de este proyecto está orientado al personal contratista que realiza los mantenimientos en la subestación eléctrica principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia, donde se identifica la problemática antes mencionada.

Realizado este estudio, se impactara de forma positiva al área de seguridad y salud en el trabajo en beneficio de la población trabajadora directa o contratista del edificio administrativo de la empresa Occidental de Colombia, ya que se muestra de forma clara, si las medidas de intervención del riesgo por la generación de arco eléctrico han sido suficientes, de igual forma se establecen las bases teóricas necesarias para realizar un análisis de riesgo contra arco eléctrico que permita reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes en las actividades de mantenimiento en la subestación eléctrica principal. Por

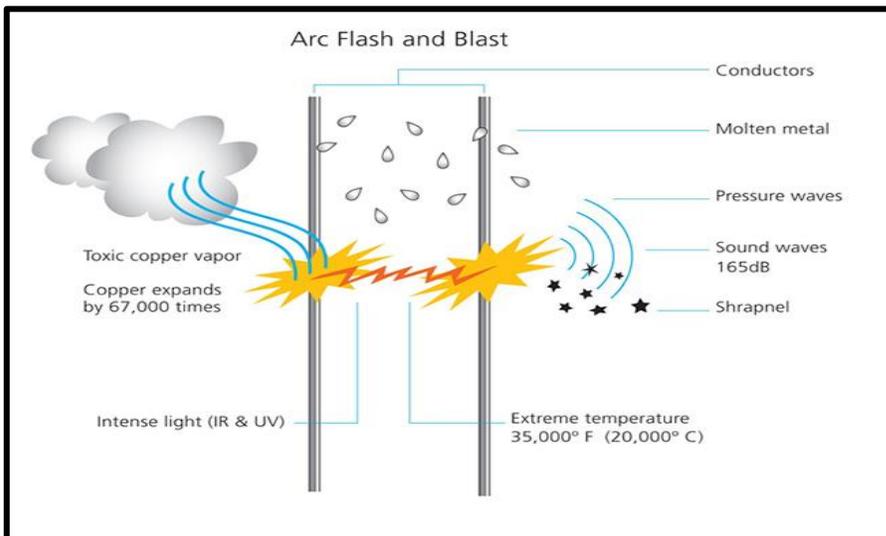
último, se tomará como base la normatividad legal e internacional en materia de intervención de instalaciones eléctricas, lo que permite tener una referencia estándar para dichas actividades.

4. Marco de referencia

4.1. Marco teórico

El arco eléctrico se produce cuando una corriente eléctrica circula entre dos conductores eléctricos energizados, donde las causas pueden darse por la interrupción del flujo de la corriente, separando los conductores, o cuando el conductor energizado es expuesto a un metal, un claro ejemplo de esta causa es cuando aplicamos soldadura con equipos de arco eléctrico. El efecto de estas causas es lo que se conoce como plasma, el cual produce temperaturas elevadas en el medio, alcanzando hasta 50.000 grados kelvin.

Imagen 1 Generación de arco eléctrico entre dos elementos conductores



Fuente: OSHA. (17 de Abril de 2018). NFPA 70E. Norma para la Seguridad Electrica en el Lugar de Trabajo .

El arco eléctrico se caracteriza por:

- Un arco eléctrico se produce en periodos de tiempos cortos, liberando una cantidad enorme de energía.

- El arco eléctrico produce temperaturas elevadas en el medio donde se genera.

- Un arco eléctrico se puede producir de forma controlada para fines industriales.

Es originado por:

- La interrupción de un flujo de energía en un conductor.

- La exposición de un conductor energizado a un elemento conductor.

- Contacto accidental por diferentes eventos como contacto directo con herramientas, animales, polución y oxidación.

- Fallas en los equipos o conductores, tales como ausencia de aislantes, deterioro de los materiales.

La electropatología según (Rengifo Velez, 2013) “Esta disciplina estudia los efectos de corriente eléctrica, potencialmente peligrosa, que puede producir lesiones en el organismo, así como el tipo de accidentes que causa”, de acuerdo a esta definición, el autor recopila las diferentes afectaciones o lesiones que se produce por el paso de la corriente eléctrica en el cuerpo humano, de igual forma clasifica a los expuestos en dos categorías, una categoría A, que se refiere a las personas que tienen elementos conductores que llegan directamente al

corazón como marcapasos u otros, para estas categoría se recomienda que la persona no deben tener contacto con corrientes superiores a los 80 μA , ya que si se supera este nivel de corriente en el corazón se puede producir paros cardiacos y la muerte, finalmente la clasificación B se refiere a las personas que no tienen este tipo de elementos conectados al corazón y los cuales pueden soportar hasta una medida de corriente de máximo 25 mA, ya que igual que os expuestos a la categoría A, se supera este valor se generan lesiones graves en el sistema cardiovascular y finalmente la muerte.

En la siguiente tabla se muestra los efectos fisiológicos del cuerpo humano con respecto a la energía específica liberada por la exposición a la energía eléctrica.

Tabla 2 Relación entre energía específica y efectos fisiológicos en el cuerpo humano

Energía específica I ² .t. (A ² s x 10 ⁻⁶)	Percepciones y reacciones fisiológicas
4 a 8	Sensaciones leves en dedos y en tendones de los pies.
10 a 30	Rigidez muscular suave en dedos, muñecas y codos.
15 a 45	Rigidez muscular en dedos, muñecas, codos y hombros. Sensación en las piernas.
40 a 80	Rigidez muscular y dolor en brazos y piernas.
70 a 120	Rigidez muscular, dolor y ardor en brazos, hombros y piernas.

Fuente: Rengifo Velez, F. (30 de Agosto de 2013). Reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas. Anexo General de la Resolución 90708.

De igual forma (Rengifo Velez, 2013), relaciona los demás efectos sobre el cuerpo donde los principales se describen a continuación:

- Estado de Shock
- Fibrilación ventricular
- Tetanización muscular

- Asfixia
- Quemaduras o necrosis electrica
- Bloqueo renal
- Y otros como fracturas, conjuntivitis, contracciones, golpes, aumento de la presión sanguínea, arritmias, fallas en la respiración, dolores sordos, paro temporal del corazón, etc.

De acuerdo con lo anterior es necesarios establecer análisis de riesgo con el fin de proteger a los trabajadores o personas que pueden verse expuestas a un arco eléctrico, estos análisis tienen como finalidad determinar las zonas de protección junto con los elementos idóneos que debe utilizar el operador en las zonas de protección establecidas (Henao Robledo, 2008).

Como marco normativo principal, la NFPA 70E, proporciona los fundamentos principales para el establecimiento de los elementos de protección personal del trabajador en las actividades de mantenimiento de instalaciones eléctricas, de igual forma establece los parámetros para realizar las mediciones del riesgo en las zonas de protección establecidas, las cuales están directamente relacionadas con la proximidad a los conductores que probablemente causen un arco eléctrico, ver la siguiente tabla.

Tabla 3 Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Fuente: Rengifo Velez, F. (30 de Agosto de 2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Anexo General de la Resolución 90708.

El estudio de riesgo debe seguir los siguientes pasos:

1. Visitas a campo para realizar un levantamiento esquemático de las instalaciones a estudiar, donde se incluye un levantamiento de la información cuantitativa (variables eléctricas como potencia, corrientes, cargas, etc.) del sistema eléctrico con el fin de establecer la energía incidente que se puede generar por la probable producción de un arco eléctrico.

2. Una vez establecido las energías incidentes, se procede a establecer las zonas de protección donde se realiza un mapa indicando las zonas donde el arco eléctrico puede provocar las mayores afectaciones a las personas.

3. Finalmente se establecen los elementos de protección personal de los trabajadores en dichas zonas, para lo cual se debe tener en cuenta lo recomendado por la NFPA 70E, la cual establece el uso de trajes u overoles ignífugos que protegen la piel de quemaduras, guantes dieléctricos en material aislante, botas suela aislante o dieléctricas, y protectores

faciales en materiales aislantes. A continuación, se muestra en la tabla 2 el nivel de protección en los trajes ignífugos según la energía que posiblemente se libere en un arco eléctrico, los demás elementos de protección se clasifican según el nivel de tensión que se maneja en la subestación

Tabla 4 Nivel Mínimo de Protección térmica en los trajes u overoles ignífugos

Categoría	Nivel mínimo de protección Cal/cm²
1	4
2	8
3	25
4	40

Fuente: Rengifo Velez, F. (30 de Agosto de 2013). Reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas. Anexo General de la Resolución 90708.

En la siguiente tabla se describe las calases de guantes dieléctricos que se deben utilizar dependiendo el nivel de tensión a la cual está expuesto el trabajador.

Tabla 5 Clases de guantes dieléctricos en función del nivel de tensión alterna

Clase	Tensión alterna eficaz Vef.
00	500
0	1 000
1	7 500
2	17 000
3	26 500
4	36 000

Fuente: Rengifo Velez, F. (30 de Agosto de 2013). Reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas. Anexo General de la Resolución 90708.

4.2. Antecedentes o Estado del arte (marco investigativo)

Nuestro marco de antecedentes de investigación se orienta a los estudios previos realizados en el campo de seguridad eléctrica, específicamente en los accidentes causados por la producción de arco eléctrico, entendiendo lo anterior a continuación nos permitimos relacionar dichas referencias de investigación consultadas el repositorio de la Universidad de Nariño, y de la Pontificia Universidad Javeriana.

La primera referencia la encontramos en un artículo de investigación de una revista chilena, la cual según el autor (Muñuz Chacón , 2017), “el trabajo da cuenta de nuevos conceptos en el campo de seguridad eléctrica, esto es, el estudio del fenómeno relámpago de arco (Arc Flash) y sus medidas de control”, donde se identifica a través de una metodología estadística la caracterización de los accidentes graves y mortales relacionados con el arco eléctrico y la relación que existe entre los accidentes y la falta de medidas de intervención al riesgo, se identifican como causas principales los trabajos en o cerca de instalaciones fijas nivel usuario e instalaciones fijas de potencia en media y alta tensión, este artículo establece que se debe implementar medidas de seguridad eléctrica a través de la implementación de programas de riesgo eléctrico en las compañías, estas medidas incluyen procedimientos de análisis y evaluación de riesgos, entrenamientos y practicas adecuadas, capacitaciones al personal que interviene las instalaciones, uso de equipos o elementos de protección especializados para la tarea, etc. Por último, el autor concluye que es fundamental implementar medidas de intervención al riesgo eléctrico, debido a la gravedad de las consecuencias de los accidentes eléctricos, de esto el autor concluye (Muñuz Chacón , 2017), “Si bien el número total de accidentes eléctricos es muy acotado,

estos representan un potencial alto de gravedad. Se debe gestionar como parte de un protocolo de control de riesgos fatales”.

El segundo marco de referencia de investigación, lo encontramos en un trabajo de grado, presentado en la universidad de Nariño en el programa de salud ocupacional, el cual tiene como objetivo principal la creación de una guía para contribuir con la sensibilización de los trabajadores de una empresa que distribuye energía eléctrica en la ciudad de Pasto, donde la metodología de la investigación consistió en un método descriptivo, donde se utilizó recolección de datos cuantitativos a través de encuestas (Pinza Hidalgo & Mejia Meneses, 2013), el resultado de la investigación, consistió en la determinación de una caracterización de riesgos en los trabajadores con cargos directamente relacionados con el riesgo eléctrico, la caracterización del riesgo arrojó como principales factores los relacionados con los contactos directos e indirectos con los elementos eléctricos causados por la falta de pericia de los operarios, por último los autores concluyen “Si bien el número total de accidentes eléctricos es muy acotado, estos representan un potencial alto de gravedad. Se debe gestionar como parte de un protocolo de control de riesgos.

De igual forma tomaremos como referencia el trabajo de grado del doctor Norberto Navarrete Aldana, el cual presenta su tesis de grado en la facultad de medicina para optar al grado de maestría de epidemiología clínica de la Pontificia Universidad Javeriana, este proyecto de investigación tiene por objeto estudiar la lesión por renal aguda temprana en pacientes adultos con lesiones eléctricas, donde la metodología se basa en establecer un score de predicción de los efectos que produce el paso de corriente en el cuerpo, específicamente en los daños ocasionados en el sistema renal. Los resultados de la

investigación arrojan que los pacientes población estudio de la investigación se derivaron en 4 grupos de riesgo con la predicción en los siguientes porcentajes (bajo 2%, moderado 4,6%, alto 8,8% y muy alto 21,8%), donde la conclusión es básicamente que el desarrollo del modelo de predicción muestra el puntaje de riesgo para cuatro categorías (Navarrete Aldana, 2015), los elementos que influyen la categoría del riesgo están directamente relacionadas con la intensidad de la corriente y el tiempo a la que se ve expuesto el trabajador durante. Este trabajo nos sirve como guía para establecer parámetros de evaluación de riesgos y los efectos que produce la corriente eléctrica en el cuerpo humano.

4.3. Marco legal

El marco legal, nos sirven como base para contextualizar la seguridad eléctrica en el ámbito laboral, ya que las normas que a continuación se relacionan, describen las condiciones que se deben implementar en las instalaciones eléctricas, de igual forma nos sirven como marco de referencia para comprender que el riesgo eléctrico produce un sin número de afectaciones en los trabajadores.

El anexo general de la resolución 9 0708 de agosto 13 de 2013 del Ministerio de minas y energía, este anexo enmarca el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, el cual en su artículo 8, 9 y 10 contextualiza el riesgo eléctrico en las instalaciones eléctricas, haciendo claridad que el artículo 10 contiene las condiciones para los mantenimientos a instalaciones eléctricas.

La resolución 1401 del 24 de mayo del 2007, permite establecer los requisitos mínimos para la investigación de accidentes laborales.

4.4. Marco Normativo Técnico

El marco normativo internacional encontramos la norma NFPA 70E versión 2015, la cual es un compendio de requisitos establecidos para la seguridad eléctrica en las instalaciones eléctricas, esta norma nos ayudara a establecer las medidas de seguridad correspondientes a la protección de los trabajadores en los trabajos realizados en subestaciones eléctricas.

De igual forma tomaremos la GTC 3701, la cual establece una guía para la clasificación, registro y estadística de accidentes de trabajo, esta norma nos ayudara a identificar las metodologías para establecer indicadores de accidentalidad y enfermedad laboral, lo que nos ayudar más fácilmente a establecer las causas de los accidentes eléctricos.

Por último, referenciamos la GTC 45 la cual establece la guía técnica para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional, esta norma da los parámetros para la clasificación de los controles en los riesgos identificados, los cuales permiten clasificar estadísticamente los controles de intervención y facilita el análisis de las fallas que produjeron el arco eléctrico.

5. Metodología

5.1. Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque de la investigación se basó en una metodología de análisis documental de registros y análisis estadístico, ya que el objeto principal del estudio es analizar las medidas control para la prevención de eventos en la exposición a arcos eléctricos durante la

ejecución de mantenimientos en la subestación eléctrica principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia.

5.2. Población y muestra

Dado que la investigación se limita a análisis documentales, como tal no se realizarán intervenciones a la población objeto del este estudio.

5.3. Instrumentos

La herramienta se basó en una base de datos que permitió consolidar la información de la planificación de los mantenimientos y los resultados de las investigaciones de los accidentes laborales ocasionados por arco eléctrico, donde se recopilan las siguientes variables:

- Alcance del mantenimiento: El alcance del mantenimiento permitió identificar los elementos eléctricos a intervenir, junto con el tiempo al cual se expuso el trabajador a eventos con arco eléctrico.
- Recursos: Esta variable permitió identificar el número total de personas expuestas al riesgo, junto con el perfil profesional de los trabajadores que intervinieron en los mantenimientos.
- Controles para riesgo eléctrico: Esta variable permitió identificar y clasificar las medidas de intervención propuestas para la prevención del arco eléctrico durante la ejecución del mantenimiento a la subestación.

- Descripción del evento: Esta variable permitió identificar como ocurrieron los eventos que generaron los arcos eléctricos, incluyendo el número de operarios y equipos involucrados en el evento.
- Causas del evento: Las causas de evento nos permitieron identificar las fallas de los controles implementados para la prevención de arcos eléctricos.

5.4. Procedimiento

Inicialmente se presentó el proyecto al área de seguridad y salud en el trabajo del edificio administrativo de la compañía occidental de Colombia y al contratista que ejecuta las actividades, junto con la autorización de la ejecución del proyecto.

1. Se solicitó formalmente al contratista las planificaciones de los mantenimientos y las investigaciones de accidentes laborales relacionados con las actividades de mantenimiento en la subestación eléctrica principal del edificio Occidental del Colombia.
2. Se ingresó la información de las variables en la base de datos, realizando la clasificación de los controles según lo establecido en la GTC 45 de 2012 (Controles de para la eliminación, la sustitución, de ingeniería, administrativos o señalización, y elementos de protección personal).
3. Se relacionó las causas de los accidentes con los controles propuestos en la planificación de los mantenimientos, ya que en el análisis de las causas del accidente se identificaron posibles fallas en la implementación o ejecución de los controles propuestos en la planificación del mantenimiento.

4. Con los resultados del análisis, se estableció si las medidas fueron las suficientes para la prevención de eventos en la exposición a arco eléctrico en las actividades objeto de estudio.

5. Para finalizar se consolidaron las recomendaciones necesarias para implementar nuevos controles o mejorar los ya existentes en lo concerniente a la prevención de arcos eléctricos en las actividades de mantenimiento a la subestación eléctrica principal del edificio.

5.5. Análisis de información.

El análisis de la información se realizó a partir de la relación identificada entre los controles propuestos en la planificación de los mantenimientos y las causas que generaron los eventos por la exposición a arcos eléctricos en la ejecución de los mantenimientos a la subestación eléctrica principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia , con el fin de establecer si las medidas de intervención del riesgo son las suficientes para la prevención de los eventos mencionados, para realizar este análisis se tomó como referencia la base de datos construida con la información recopilada de la compañía en mención, para lo cual se utilizó como principal recurso el software office.

5.6. Consideraciones éticas

En este espacio se anexaron todos los permisos otorgados por Occidental de Colombia, junto con los permisos de sus contratistas, los cuales otorgan su consentimiento para la recolección y análisis de la información requerida con fines netamente académicos, de igual forma se garantiza a la compañía que la información se manejara bajo un estricto sentido de confidencialidad.

Por lo anterior se emitieron 2 cartas a la compañía contratista de Occidental de Colombia, donde se solicita formalmente la información requerida para la investigación y un consentimiento de participación en el proyecto, para lo cual se relacionan los siguientes anexos:

Anexo 1. Consentimiento informado de participación en proyecto de investigación.

Anexo 2. Solicitud de información a la empresa contratista.

Cronograma

Tabla 6 Cronograma de actividades

No.	Actividad	Tiempo (meses)		Producto
		Desde	Hasta	
1	Contextualización del proyecto			
1.2	Formular problema de investigación	13/05/2018	17/05/2018	Documento Anteproyecto - Resumen Ejecutivo, Introducción, Problema de Investigación.
1.3	Definir objetivos y Justificación	17/05/2018	23/05/2018	Documento Anteproyecto - Objetivos y Justificación
2	Fundamentación teórica			
2.1	Marco de Referencia	23/05/2018	1/06/2018	Documento Anteproyecto - Marco Teórico, Antecedentes y Marco Legal.
3	Diseño metodológico			

3.1	Metodología	1/06/2018	3/06/2018	Documento Anteproyecto - Enfoque y Alcance, Población y Muestra, Herramientas, Procedimiento y Consideraciones Éticas.
4	Cronograma y Presupuesto			
4.1	Presupuesto	3/06/2018	10/06/2018	Documento Anteproyecto - Cronograma y Presupuesto
5	Informe final de anteproyecto			
5.1	Entregar anteproyecto en plantilla institucional	10/06/2018	13/06/2018	Documento Anteproyecto - Ajustes Finales, Bibliografía y Plantilla final.
6	Resultados			
6.1	Solicitar a la compañía la información de la planificación de los mantenimientos y los resultados de las investigaciones de los accidentes laborales	1/10/2018	12/10/2018	Solicitud de la información Planificación de los mantenimientos Investigación de los accidentes
6.2	Ingresar la información a la base de datos	12/10/2018	18/10/2018	Base de datos
6.3	Relacionar las causas de los accidentes con los controles propuestos en la planificación de los mantenimientos	18/10/2018	25/10/2018	Documento Anteproyecto - Resultados de la relación entre las causas y los controles de la planificación de los mantenimientos
6.4	Analizar si los controles son suficientes para prevenir el riesgo de eventos por exposición a arcos eléctricos	25/10/2018	31/10/2018	Documento Anteproyecto – Análisis de los controles

7	Conclusiones y recomendaciones			
7.1	Elaborar conclusiones y recomendaciones	31/10/2018	8/09/2018	Documento proyecto - Conclusiones y recomendaciones
8	Informe final de proyecto de grado			
8.1	Actualizar bibliografía y anexos	8/09/2018	11/11/2018	Documento proyecto - Revisión final proyecto
8.2	Elaborar presentación de sustentación	11/08/2018	17/11/2018	Presentación de sustentación

Presupuesto

Tabla 7 Presupuesto proyecto de grado

RUBROS	Aportes de la convocatoria (Cofinanciación)	Aportes de contrapartida		TOTAL
	Presupuesto en Pesos	Efectivo presupuesto en Pesos	Especie	
1. Personal	\$ 500.000			\$ 1'000.000
2. Equipos	\$ 40.000			\$ 40.000
3. Software	\$ 75.000			\$ 75.000
4. Materiales e insumos	\$ 100.000			\$ 100.000
5. Viajes nacionales	\$ -			\$ -
6. Viajes internacionales*	\$ -			\$ -
7. Salidas de campo	\$ 150.000			\$ 150.000
8. Servicios técnicos	\$ 350.000			\$ 350.000
9. Capacitación	\$ -			\$ -
10. Bibliografía: Libros, suscripción a revistas y vinculación a redes de información.	\$ -			\$ -

11. Producción intelectual: Corrección de estilo, pares evaluadores, traducción, diseño y diagramación, ISBN, impresión u otro formato	\$ 20.000			\$ 20.000
12. Difusión de resultados: Correspondencia para activación de redes, eventos	\$ -			\$ -
13. Propiedad intelectual y patentes	\$ -			\$ -
14. Otros				0
			Total	\$ 2.235.000

Resultados y discusión

8.1. Identificación y recopilación de la información

La identificación y recopilación de la información se realizó a través del anexo 3.

Formato base de datos por accidente. En las siguientes tablas se relaciona la cantidad de datos obtenidos de la planificación de 4 manteamientos junto con la descripción y las causas de los accidentes registrados en dichos mantenimientos, la información se segmentó en: Distribución promedio del personal, cantidad de controles y el total de causas identificadas por accidente.

Tabla 8 Personal promedio involucrado en los manteamientos eléctricos según profesión y años de experiencia.

Profesión	Años de Experiencia	Cantidad Requerida
Ingeniero Electricista	4 años	2
Tecnólogo Electricista	3 años	2

Técnico Electricista	3 años	7
Técnico HSE	3 años	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se describe la distribución por profesión y años de experiencia del personal involucrado en la ejecución de los mantenimientos de la subestación eléctrica principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia, de igual forma se relacionan la cantidad promedio que se utilizó en los cuatro mantenimientos.

Dentro de los resultados se observa que en promedio se requieren 2 ingenieros electricistas con 4 años de experiencia en la actividad, las actividades de estos ingenieros están relacionadas con la planificación, inspección y control del mantenimiento, de igual forma se observa que se requieren de 2 tecnólogos electricista y 7 técnicos electricistas con un mínimo de 3 años de experiencia, los cuales se encargan de las tareas operativas del mantenimiento y por último se debe contar un técnico en Seguridad y Salud en el Trabajo con fines del análisis y control del trabajo seguro.

Tabla 9 Distribución de los controles propuestos en las planeaciones de los mantenimientos.

Tipo de Control	# Controles Identificados
Eliminación	0
Sustitución	0
De Ingeniería	4
Administrativos	13
Equipos / EEP's	5
Total	22

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la GTC 45 de 2012, el tipo de controles que se deben implementar para la mitigación de los riesgos se divide en 5, controles para la eliminación del riesgo, controles para la sustitución del riesgo, controles de ingeniería, controles administrativos y los controles relacionados con los equipos y elementos de protección personal (EPP's), dado lo anterior se clasificaron de esta forma los controles recopilados en las planificaciones de los mantenimientos, lo que da como resultado:

- Controles para la eliminación o sustitución del riesgo: no se identificaron controles para la eliminación o sustitución del riesgo, debido a que el riesgo de generación de arco eléctrico se da en presencia de la energía eléctrica, la cual está presente en los elementos que componen la subestación eléctrica, por ende, no se puede eliminar o sustituir el riesgo de la generación del arco eléctrico.
- Controles de ingeniería: Se identificaron 4 controles de ingeniería aplicables a los cuatro mantenimientos, estos controles relacionados con los procedimientos y estudios necesarios para la prevención del riesgo.
- Controles Administrativos: Se identificaron 13 controles aplicables a los cuatro mantenimientos, en este tipo de controles se realiza bastante énfasis, ya que se incluyen los procedimientos para la ejecución de las tareas, la organización del mantenimiento, los procedimientos de trabajo seguro, al igual que la capacitación y entrenamiento del personal.
- Equipos y EPP's: Se identificaron 5 controles aplicables a los cuatro mantenimientos, los cuales se relacionan con los equipos y elementos de protección que se deben utilizar para protección contra el arco eléctrico, en estos

están relacionados los equipos para aplicar las 5 reglas de oro, las cuales consisten en el corete visible de todas las fuentes de tensión, bloqueo y etiquetado de los tableros o interruptores, verificar ausencia de tensión, puesta a tierra y en cortocircuito y señalización de la zona de trabajo.

Tabla 10 Cantidad de causas por accidente registrado

Accidente	# de Causas
Evento 1	4
Evento 2	5
Evento 3	5
Evento 4	4

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la recolección de los datos, se encontró en las investigaciones de los accidentes que en el accidente 1 se presentaron 4 causas que produjeron el arco eléctrico, en el accidente 2 se presentaron 5 causas, en el accidente 3 se presentaron 5 causas y en el accidente 4 se presentaron 4 causas, mas adelante estas causas se relacionan con los controles que fallaron en la ejecución de los mantenimientos a la subestación eléctrica.

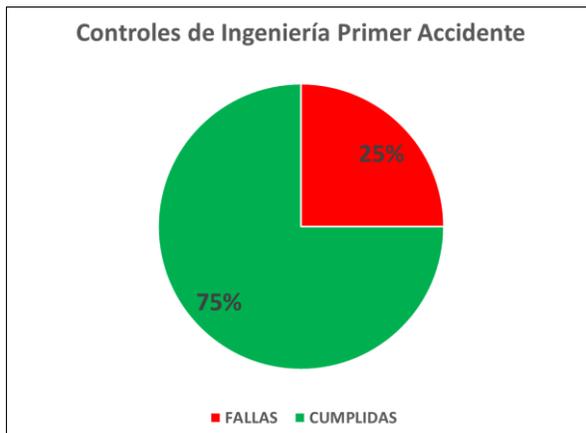
8.2. Análisis de la información

8.2.1. Falla de los controles para la prevención del riesgo.

El análisis de la falla de los controles descritos en el apartado anterior, se realiza con base en la clasificación descrita en la GTC 45 de 2012. A continuación, se describen los resultados por accidente.

- **Primer Accidente**

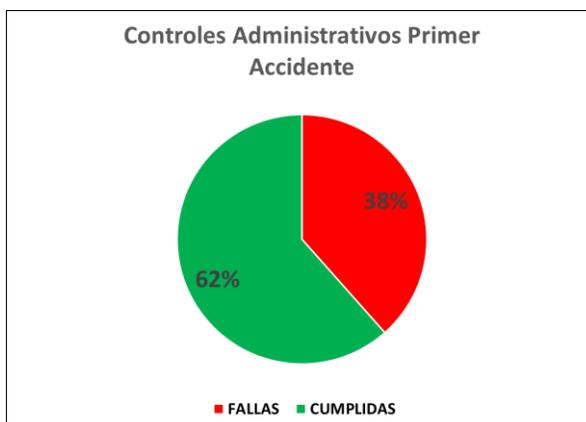
Gráfica 1 Porcentaje de falla en los controles de ingeniería del primer accidente



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran una 25 por ciento de falla en los controles de ingeniería, lo que equivale a 1 control de los cuatro planificados, este control está relacionado con la no identificación de las instalaciones a intervenir, para lo cual se debe interpretar un plano unifilar.

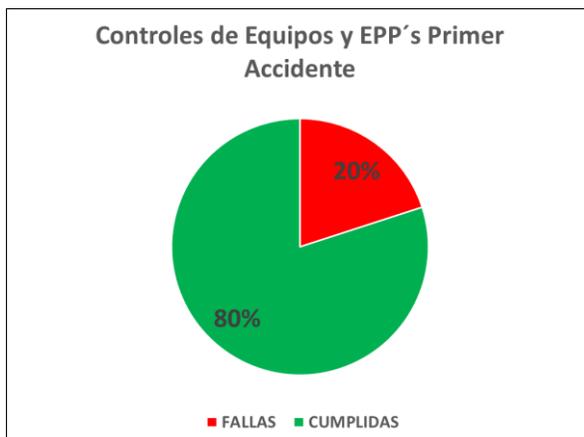
Gráfica 2 Porcentaje de falla en los controles administrativos del primer accidente



Fuente: Elaboración propia

La falla de los controles administrativos equivale al 38% de los controles planificados, lo que se traduce en la falla de 5 de los 13 controles, estos controles se relacionan con la falta de ejecución de procedimientos, junto con la falla en las inspecciones de seguridad.

Gráfica 3 Porcentaje de falla en los controles de Equipos y EPP's del primer accidente

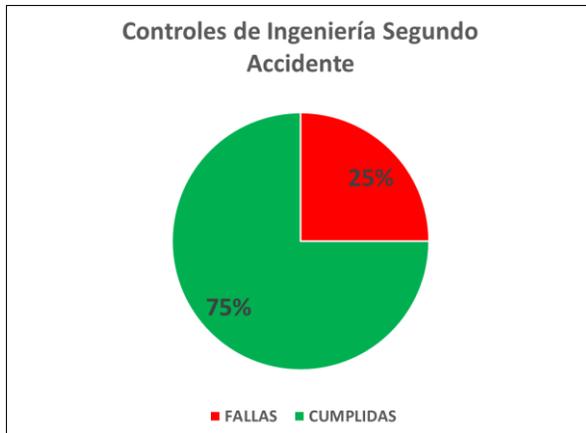


Fuente: Elaboración propia

La falla de los controles relacionados con los EPP's y equipos de trabajo equivale al 20% de los controles planificados, lo que se traduce en la falla de 1 de los 5 controles, donde no se hizo uso de los equipos para verificar tensión.

- **Segundo Accidente**

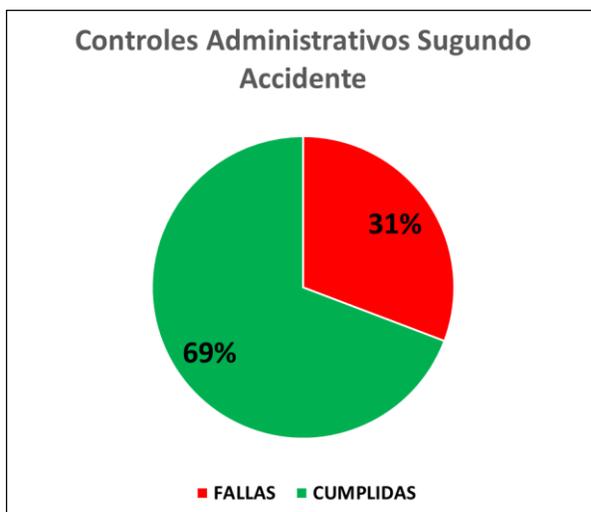
Gráfica 4 Porcentaje de falla en los controles de ingeniería del segundo accidente



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran una 25 por ciento de falla en los controles de ingeniería, lo que equivale a 1 control de los cuatro planificados, este control está relacionado con la no aplicación de las 5 reglas de oro.

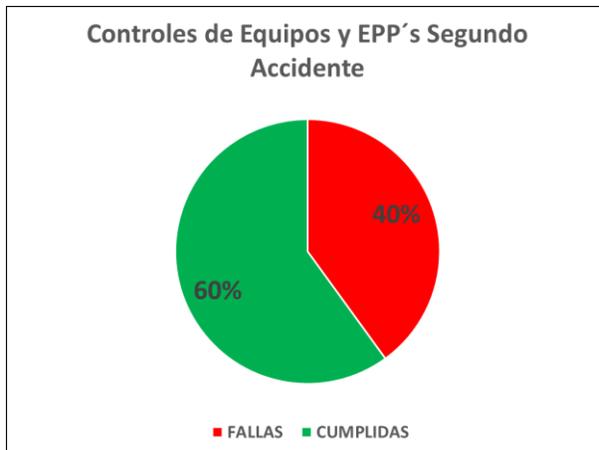
Gráfica 5 Porcentaje de falla en los controles administrativos del segundo accidente



Fuente: Elaboración propia

La falla de los controles administrativos equivale al 31% de los controles planificados, lo que se traduce en la falla de 4 de los 13 controles, estos controles se relacionan con la falta de ejecución de procedimientos, junto con la falla en las inspecciones de seguridad.

Gráfica 6 Porcentaje de falla en los controles de Equipos y EPP's del segundo accidente

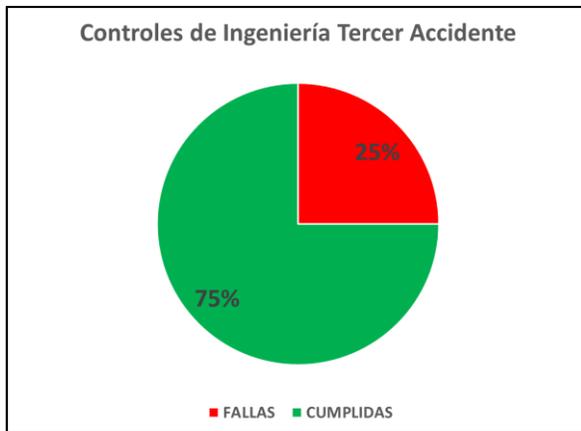


Fuente: Elaboración propia

La falla de los controles relacionados con los EPP's y equipos de trabajo equivale al 40% de los controles planificados, lo que se traduce en la falla de 2 de los 5 controles, donde no se hizo uso de los equipos para aplicar las 5 reglas de oro.

- **Tercer Accidente**

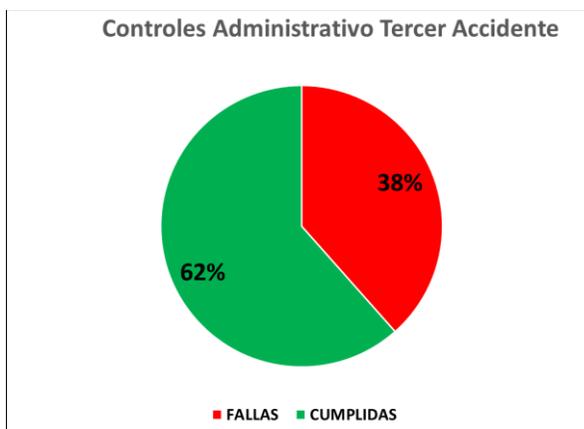
Gráfica 7 Porcentaje de falla en los controles de ingeniería del tercer accidente



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran una 25 por ciento de falla en los controles de ingeniería, lo que equivale a 1 control de los cuatro planificados, este control está relacionado con a la no aplicación de las 5 reglas de oro.

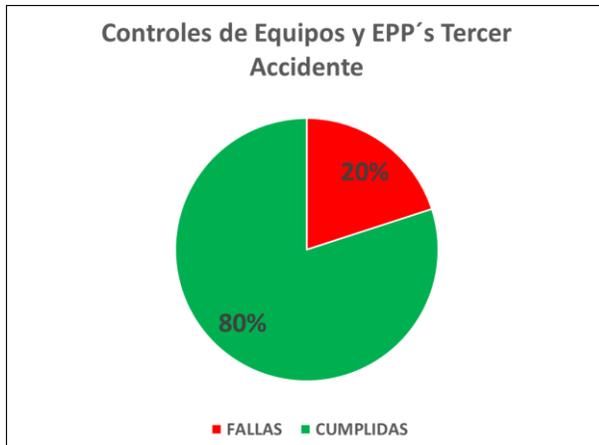
Gráfica 8 Porcentaje de falla en los controles administrativos del tercer accidente



Fuente: Elaboración propia

La falla de los controles administrativos equivale al 38% de los controles planificados, lo que se traduce en la falla de 5 de los 13 controles, estos controles se relacionan con la falta de ejecución de procedimientos, junto con la falla en las inspecciones de seguridad.

Gráfica 9 Porcentaje de falla en los controles de Equipos y EPP's del tercer accidente

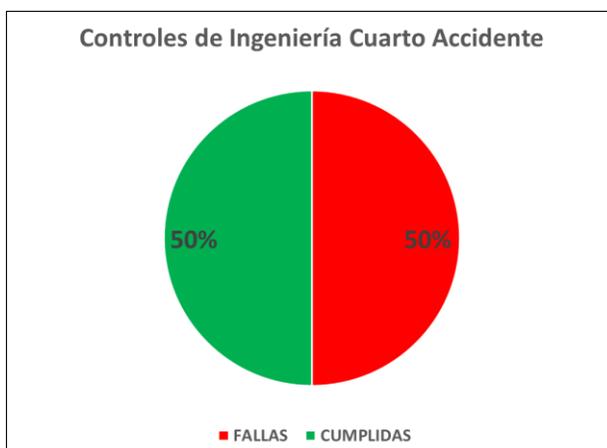


Fuente: Elaboración propia

La falla de los controles relacionados con los EPP's y equipos de trabajo equivale al 20% de los controles planificados, lo que se traduce en la falla de 1 de los 5 controles, donde no se utilizó el traje ignífugo para la prevención de las quemaduras por el contacto con arco eléctrico.

- **Cuarto Accidente**

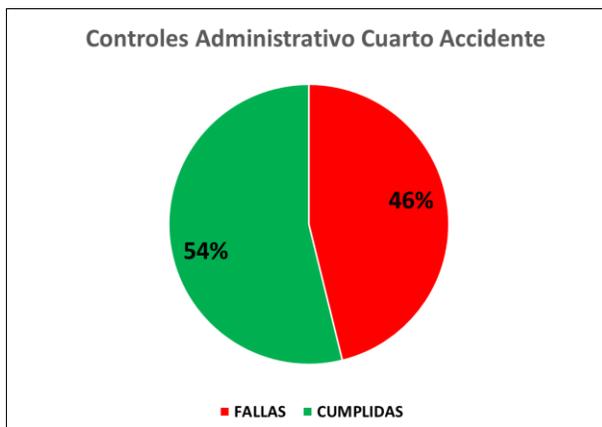
Gráfica 10 Porcentaje de falla en los controles de ingeniería del cuarto accidente



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran un 50% por ciento de fallas en los controles de ingeniería, lo que equivale a 2 control de los cuatro planificados, relacionado con el estudio de arco eléctrico y la aplicación de las 5 reglas de oro.

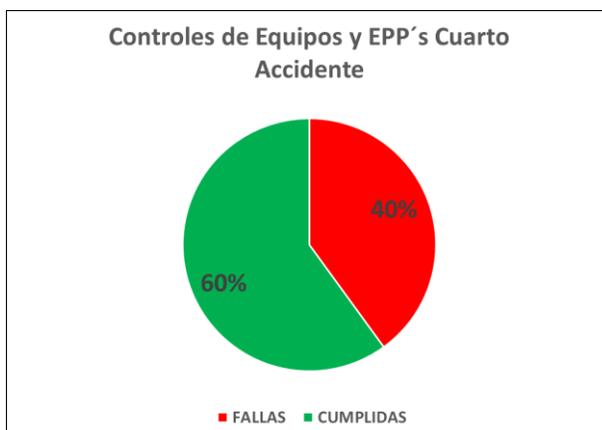
Gráfica 11 Porcentaje de falla en los controles administrativos del cuarto accidente



Fuente: Elaboración propia

La falla de los controles administrativos equivale al 46% de los controles planificados, lo que se traduce en la falla de 6 de los 13 controles, estos controles se relacionan con la falta de ejecución de procedimientos, junto con la falla en las inspecciones de seguridad.

Gráfica 12 Porcentaje de falla en los controles de Equipos y EPP's del cuarto accidente



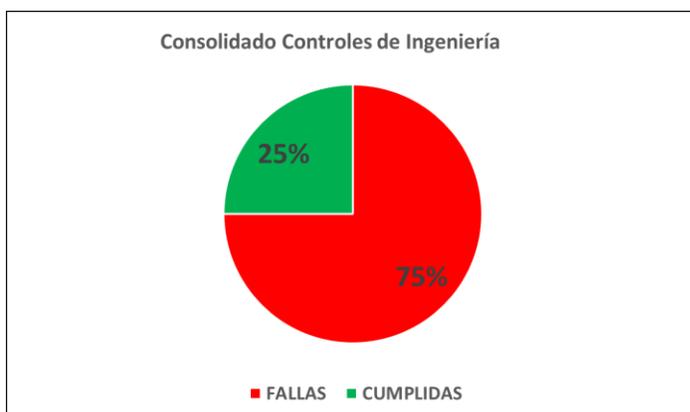
Fuente: Elaboración propia

La falla de los controles relacionados con los EPP's y equipos de trabajo equivale al 40% de los controles planificados, lo que se traduce en la falla de 2 de los 5 controles, donde no se utilizó el traje ignífugo para la prevención de las quemaduras por el contacto con arco eléctrico.

8.2.2. Consolidado de las fallas en los controles

Para el consolidado de las fallas, se tomó el total de los controles en cada tipo de control y se estableció cuántos de ellos fallaron por lo menos en uno de los accidentes. A continuación, se muestran los resultados.

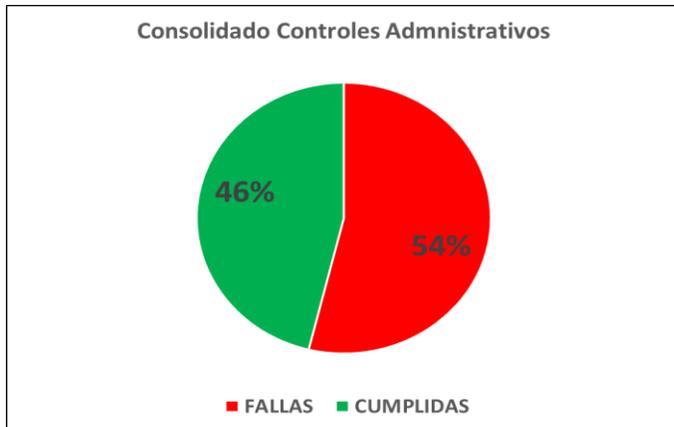
Gráfica 13 Consolidado de fallas en los controles de ingeniería



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica, los resultados consolidados de las fallas en los controles de ingeniería fueron del 75%, esto debido a que de los cuatro controles aplicables a los cuatro mantenimientos fallaron 3 por lo menos en uno de los accidentes.

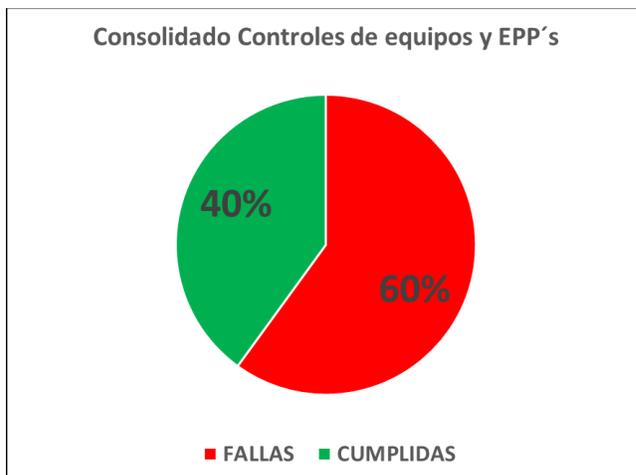
Gráfica 14 Consolidado de fallas en los controles Administrativos



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica, los resultados consolidados de las fallas en los controles administrativos fueron del 54%, esto debido a que de los 13 controles aplicables a los cuatro mantenimientos fallaron 7 por lo menos en uno de los accidentes.

Gráfica 15 Consolidado de fallas en los controles relacionados con los equipos y EPP's



Fuente: Elaboración propia

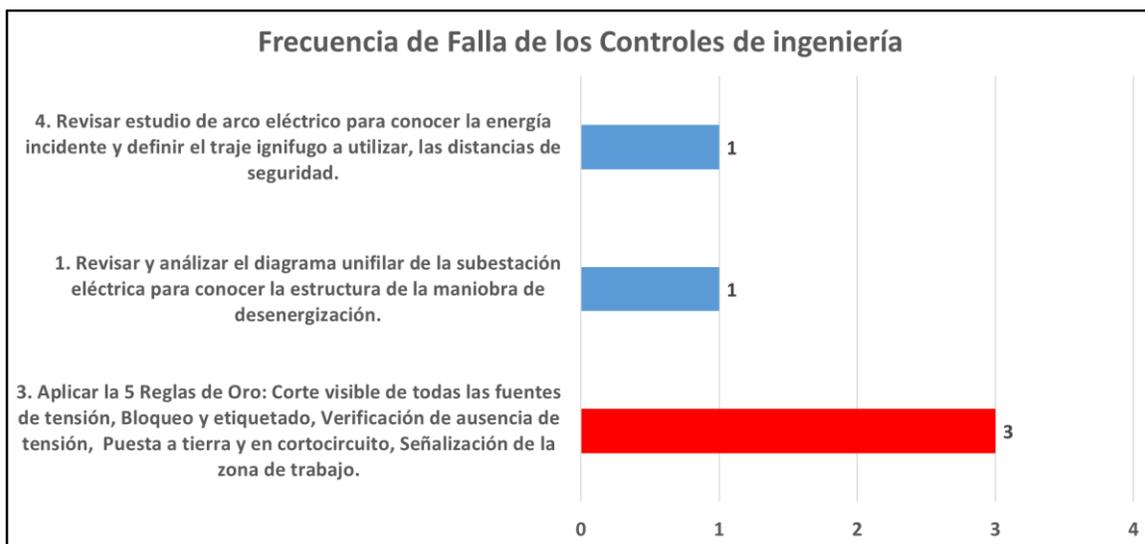
De acuerdo con la gráfica, los resultados consolidados de las fallas en los controles relacionados con los equipos y EPP's fueron del 60%, esto debido a que de los 5 controles aplicables a los cuatro mantenimientos fallaron 3 por lo menos en uno de los accidentes.

8.2.3. Frecuencia de falla en los controles

El siguiente paso del análisis de los controles, se refiere a la frecuencia de las fallas en los mantenimientos, para lo cual se graficó el número de veces que el control fallo en los cuatro accidentes presentados, donde se discrimina los controles que no fallaron en ninguno de los accidentes registrados.

Para efectos de análisis de los controles, las conclusiones y las recomendaciones se tendrán en cuenta únicamente los controles que fallaron en 2 o más accidentes de trabajo.

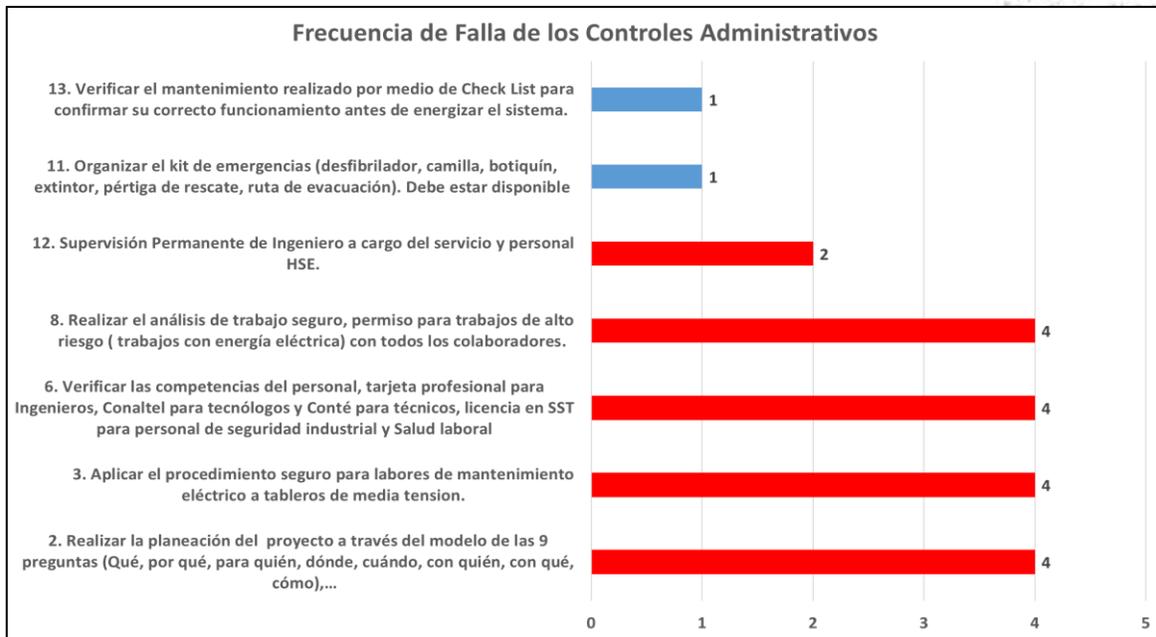
Gráfica 16 Frecuencia de falla de los controles de ingeniería



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica, el control 3 “Aplicar las 5 reglas de oro...” fallo en 3 de los cuatro mantenimientos realizados a la subestación, por lo anterior es necesario analizar las causas de la falla de este control con el fin de establecer las recomendaciones necesarias para mejorar o implementar este control.

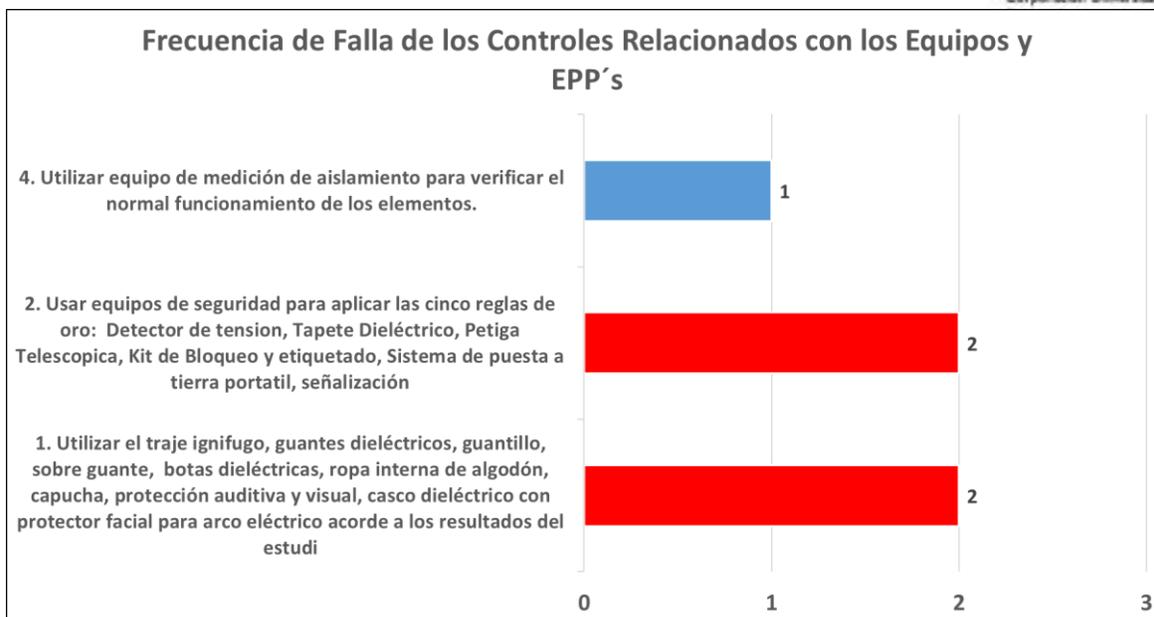
Gráfica 17 Frecuencia de falla de los controles administrativos



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica, el control 8 “análisis de trabajo seguro...”, 6 “verificación de las competencias del personal...”, 3 “aplicar el procedimiento seguro para las labores ...” y 2 “Realizar la planeación del trabajo...”, fallaron en los 4 mantenimientos. De igual forma se observa que el control 12 “supervisión permanente del ingeniero a cargo” fallo en 2 de los cuatro mantenimientos.

Gráfica 18 Frecuencia de falla de los controles relacionados con los equipos y EPP’s.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica, el control 1 “utilizar el traje ignífugo, guantes dieléctricos...”, y el control 2 “usar equipos de seguridad para aplicar las 5 reglas de oro...”, fallaron en 2 de los 4 mantenimientos.

De acuerdo con los anteriores resultados, en los tres tipos de riesgo se presentaron fallas en los controles, por lo consiguiente, se hace necesario priorizar dichos controles dependiendo de la frecuencia en la cual fallaron, dado lo anterior, se tomaron los controles que fallaron en 2 o más mantenimientos, con el fin de establecer la relación entre las fallas y las causas que originaron los accidentes por arco eléctrico en el mantenimiento.

8.3. Relación de las causas de los accidentes con la falla de los controles

Los resultados de esta relación se encuentran descritos en la siguiente tabla.

Tabla 11 Relación entre los controles con mayor frecuencia de falla con las causas registradas en los accidentes de trabajo

Controles de Ingeniería		Controles Administrativos		Controles Relacionados con los Equipos y EPP's	
Controles	Causas	Controles	Causas	Equipos / Elementos de Protección Personal	Causas
3. Aplicar la 5 Reglas de Oro: Corte visible de todas las fuentes de tensión, Bloqueo y etiquetado, Verificación de ausencia de tensión, Puesta a tierra y en cortocircuito, Señalización de la zona de trabajo.	1. se desconocía el protocolo para aplicar las 5 reglas de oro. 2. No contaban con todos los equipos de seguridad para aplicar las 5 reglas de oro. 3. Los equipos de seguridad como (pertiga, detector de tensión, guantes dieléctricos no contaban con la certificación y verificación pertinente.	2. Realizar la planeación del proyecto a través del modelo de las 9 preguntas (Qué, por qué, para quién, dónde, cuándo, con quién, con qué, cómo), Debe ser socializada con todo los colaboradores a cargo de la actividad.	1.. La planeación no contaba con todas las actividades a realizar. 2. No fue socializada con el grupo de trabajo.	1. Utilizar el traje ignífugo, guantes dieléctricos, guantillo, sobre guante, botas dieléctricas, ropa interna de algodón, capucha, protección auditiva y visual, casco dieléctrico con protector facial para arco eléctrico acorde a los resultados del estudio arc flash.	1. No había estudio Arc flash, ni señalización donde indicara la energía incidente y los elementos apropiados para intervenir los equipos. 2. El trabajador desconocía el protocolo de uso de trajes ignífugos. 3. El trabajador afectado no contaba con el traje ignífugo, ya que todos no cuentan con traje como medida de protección personal.
		3. Aplicar el procedimiento seguro para labores de mantenimiento eléctrico.	1. Los procedimientos son muy generales, no incluyen la totalidad de las actividades, ni incluye lo relacionado con seguridad y salud laboral. 2. No se contaba con la socialización y entrenamiento del procedimiento.	2. Usar equipos de seguridad para aplicar las cinco reglas de oro: Detector de tensión, Tapete Dieléctrico, Petiga Telescopica, Kit de Bloqueo y etiquetado, Sistema de puesta a tierra portátil, señalización	1. Los equipos no se encontraban completos en la zona de trabajo. 2. Equipos con calibraciones y verificaciones vencidas.
		6. Verificar las competencias del personal, tarjeta profesional para Ingenieros, Conaltel para tecnólogos y Conté para técnicos, licencia en SST para personal de seguridad industrial y Salud laboral	1. No todos los trabajadores contaban con la competencias para ejecutar trabajos de mantenimiento, falta de experiencia en este tipo de labores. 2. Realizar actividades para los cuales no están autorizados. 3. No contaban con la capacitación en seguridad eléctrica NFFPA 70 E.		
		8. Realizar el análisis de trabajo seguro, permiso para trabajos de alto riesgo (trabajos con energía eléctrica) con todos los colaboradores.	1. No se contemplaron todas las actividades a realizar, por ende no fueron identificados los riesgos y las medidas necesarias para controlar adecuadamente el riesgo.		
		12. Supervisión Permanente de Ingeniero a cargo del servicio y personal HSE.	1. Falta de supervisión, control por parte de los responsables de la tarea		

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra la relación de las causas registradas en las investigaciones de los accidentes de trabajo con los controles que fallaron más frecuentemente en la ejecución de los mantenimientos en la subestación, como resultado se evidencia que el mayor número de causas están relacionadas con el incumplimiento de las 5 reglas de oro para trabajos con energía eléctrica.

9. Conclusiones

Como resultado de la investigación realizada sobre el análisis de los controles implementados para la prevención de eventos por exposición a arcos eléctricos durante los mantenimientos de la subestación eléctrica principal del edificio administrativo de occidental de Colombia se concluye que:

- Una vez requerida la documentación concerniente a la planificación de los trabajos de mantenimiento eléctrico, la organización nos suministró la planeación, el análisis de trabajo seguro y la investigación de accidentes de trabajo de cada servicio prestado en el periodo 2016 – 2017, dicha información es plasmada en una base de datos donde se identifica el servicio que se realizó, el grupo de trabajo a cargo de la actividad, los controles de acuerdo a la GTC 45 2012 que se identificaron antes de la ejecución de la actividad, la descripción del accidente y por últimos las causas que conllevaron a la ocurrencia del accidente de trabajo.
- De acuerdo con la información relacionada en la base de datos por accidente de trabajo, se analiza la descripción del accidente y los controles que se tenían plasmados para llevar a cabo las labores de mantenimiento, encontrando diferentes falencias de lo planeado con lo ejecutado. Con respecto a los

controles, no se contemplan en la planeación de los mantenimientos los controles de eliminación y sustitución por la naturaleza del riesgo.

- Entre las medidas de intervención, se evidencia que en los controles administrativos se presentaron mayores falencias, teniendo en cuenta que estos eran los más representativos para mitigar el riesgo, seguido encontramos el incumplimiento de los controles en equipos y EPP, ya que se desconoce el uso de trajes ignífugos y los equipos a utilizar para aplicar las reglas de oro, por último están los controles de ingeniería con la violación de las cinco reglas de oro, siendo este el control prioritario para el riesgo eléctrico.
- Por último, se identifica la relación de las causas de los accidentes con el incumplimiento de las medidas de intervención, concluyendo que los controles implementados para la prevención de eventos por exposición a arcos eléctricos durante los mantenimientos de la subestación principal del edificio administrativo de Occidental de Colombia no han demostrado efectividad ya que se identifica que las medidas de prevención han fallado repetidamente, encontrando como principales causas las no aplicación de las reglas de oro, fallas en la planeación, desconocimiento en los procedimientos de trabajo, falta de experiencia del personal y desconocimiento en el uso de trajes ignífugos.

10. Recomendaciones

De acuerdo con los resultados y las conclusiones de la investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda mayor detalle en las planeaciones de los servicios, esta debe ser socializada con todo el grupo de trabajo.
- Se recomienda realizar el estudio de arco eléctrico para definir la energía incidente y determinar los elementos de protección contra el riesgo de choque eléctrico, basados en los niveles de tensión de la instalación.
- Se recomienda estructurar el programa de seguridad Eléctrica, tomando como referencia el RETIE y la NFPA 70E, es indispensable contemplar en el plan de trabajo el entrenamiento de los colaboradores sobre los riesgos que se generan en el sector eléctrico y las medidas necesarias a tomar para evitar accidentes de trabajos.
- Se recomienda afianzar el análisis de trabajo seguro, este debe ser realizado por personal competente, que conozca del sector eléctrico con el fin de identificar todos los riesgos que conllevan el realizar un mantenimiento eléctrico.

11. Referencias bibliográficas

- Agudelo Osorio, C. A. (2017). Mitigación del riesgo de arco eléctrico mediante protecciones adaptables en sistemas eléctricos industriales . *Maestría thesis*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Henao Robledo, F. (2008). *Riesgos eléctricos y mecánicos*. Bogotá DC.: Ecoe Ediciones .
- Lara Almanzán , F. R. (2012). *Prevención de Riesgos Laborales y Medioambientales en el Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas en Alta Tensión* . Malaga: Innova.
- Muñoz Chacón , C. (2017). Estudio de Accidentes Eléctricos y Peligro del Arco Eléctrico . *Ciencia y Trabajo*, 122-127.
- Navarrete Aldana, N. (Noviembre de 2015). Lesión Renal Aguda Temprana en Pacientes Adultos con Lesiones Electricas. Score de Predicción . Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- OSHA. (17 de Abril de 2018). NFPA 70E. *Norma para la Seguridad Electrica en el Lugar de Trabajo* . Quincy, Massachusetts, Estados Unidos: OSHA.
- Pinza Hidalgo, E. L., & Mejia Meneses, P. A. (2013). Factor de Riesgo Eléctrico al que estan expuestos los Trabajadores del Área del Pasto de la Empresa CEDENAR S.A. E.S.P. Pasto.
- Rengifo Velez, F. (30 de Agosto de 2013). Reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas. *Anexo General de la Resolución 90708*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Ministerio de Minas y Energia.
- Unimedios, U. N. (17 de Marzo de 2016). *Agencia de Noticias UN*. Obtenido de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/preocupante-cifra-de-muertes-por-electrocuciones-en-colombia.html>

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado de participación en proyecto de investigación

Consentimiento Informado de Participación en Proyectos de Investigación

Dirigido a:

GENELEC DE COLOMBIA S.A.S.

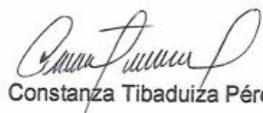
Mediante la presente, solicito de su amable autorización para realizar el análisis de los controles implementados y las causas que generaron los accidentes de trabajo por exposición a arco eléctrico en los servicios de mantenimiento a la subestación principal durante el año 2016 – 2017 ya que han sido repetitivos, sin mostrar avances positivos.

El alcance de la investigación, ayudara a la organización a conocer las fallas relacionada con el incumplimiento de los controles en la ejecución de los servicios de mantenimiento y de esta forma tomar las medidas necesarias para mitigar la accidentalidad por exposición a arco eléctrico.

La información será tratada de forma confidencial.

Agradezco su atención prestada

Cordialmente



Constanza Tibaduiza Pérez
Investigador Responsable

Anexo 2. Solicitud de información a la empresa contratista

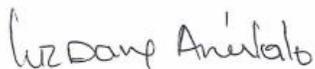
20/09/2018

Ing. Constanza Tibaduiza

Ing. Edwin Cely Melo

Dando respuesta a su amable solicitud, aceptamos tomar la información y analizarla de tal forma que se maneje lo más prudente posible, por otro lado agradecemos suministrarlos los resultados de la investigación con el fin de tomar las medidas pertinentes para evitar que este tipo de accidentes se sigan presentando.

Cordialmente



Luz Dary Arévalo

Area Administrativa

Genelec de Colombia S.A.S.



Anexo 4. Formato tabla de frecuencia de fallas en los controles

Tabla de Frecuencia de Fallas en los Controles					
Controles de Ingeniería	Total Fallas	Controles Administrativos	Total Fallas2	Equipos / Elementos de Protección Personal	Total Fallas3
3. Aplicar la 5 Reglas de Oro: Corte visible de todas las fuentes de tensión, Bloqueo y etiquetado, Verificación de ausencia de tensión, Puesta a tierra y en cortocircuito, Señalización de la zona de trabajo.	3	2. Realizar la planeación del proyecto a través del modelo de las 9 preguntas (Qué, por qué, para quién, dónde, cuándo, con quién, con qué, cómo). Debe ser socializada con todos los colaboradores a cargo de la actividad.	4	1. Utilizar el traje ignifugo, guantes dieléctricos, guantillo, sobre guante, botas dieléctricas, ropa interna de algodón, capucha, protección auditiva y visual, casco dieléctrico con protector facial para arco eléctrico acorde a los resultados del estudio arc flash.	2
1. Revisar y analizar el diagrama unifilar de la subestación eléctrica para conocer la estructura de la maniobra de desenergización.	1	3. Aplicar el procedimiento seguro para labores de mantenimiento eléctrico a tableros de media tensión.	4	2. Usar equipos de seguridad para aplicar las cinco reglas de oro: Detector de tensión, Tapete Dieléctrico, Petiga Telescopica, Kit de Bloqueo y etiquetado, Sistema de puesta a tierra portátil, señalización	2
4. Revisar estudio de arco eléctrico para conocer la energía incidente y definir el traje ignifugo a utilizar, las distancias de seguridad.	1	6. Verificar las competencias del personal, tarjeta profesional para Ingenieros, Conaltel para tecnólogos y Conté para técnicos, licencia en SST para personal de seguridad industrial y Salud laboral	4	4. Utilizar equipo de medición de aislamiento para verificar el normal funcionamiento de los elementos.	1
2. Realizar maniobra de desenergización	0	8. Realizar el análisis de trabajo seguro, permiso para trabajos de alto riesgo (trabajos con energía eléctrica) con todos los colaboradores.	4	3. Utilizar herramienta aislada, escaleras dieléctricas.	0
		12. Supervisión Permanente de Ingeniero a cargo del servicio y personal HSE.	2	5. Contemplar equipo de salvamento (Desfibrilador, Pertiga de rescate, tapete dieléctrico, guantes dieléctricos, botiquin, camilla, extintor).	0
		11. Organizar el kit de emergencias (desfibrilador, camilla, botiquín, extintor, pértiga de rescate, ruta de evacuación). Debe estar disponible	1		
		13. Verificar el mantenimiento realizado por medio de Check List para confirmar su correcto funcionamiento antes de energizar el sistema.	1		
		1. Realizar visita Técnica (recorrido por la Subestación principal en las instalaciones del cliente).	0		
		4. Realizar curso de seguridad en las instalaciones del cliente.	0		
		5. Revisar pagos de seguridad social de todos los colaboradores.	0		
		7. Inspeccionar los equipos de medida, herramienta dieléctrica, trajes ignifugos, elementos de protección personal, equipos de seguridad	0		
		9. Disponer del MEDEVAC, plan de contingencia en caso de un evento.	0		
		10. Revisar y confirmar los canales de comunicación entre cliente y el proveedor.	0		
CONTROLES DE INGENIERIA		CONTROLES ADMINISTRATIVOS		EQUIPOS / ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL	
TOTAL	4	TOTAL	13	TOTAL	5
FALLAS	3	FALLAS	7	FALLAS	3
CUMPLIDAS	1	CUMPLIDAS	6	CUMPLIDAS	2

Anexo 5. Tabla Relación de causas del accidente con los controles

Tabla Relación de Causas del Accidente con los Controles					
Controles de Ingeniería		Controles Administrativos		Controles Relacionados con los Equipos y EPP's	
Controles	Causas	Controles	Causas	Equipos / Elementos de Protección Personal	Causas

Anexo 6. Formato investigación de accidentes

FORMATO INVESTIGACION ACCIDENTES E INCIDENTES DE TRABAJO		Versión 4 Enero-03-2013	
GHSEQ_FOR_13			
I. INFORMACION GENERAL			
Empresa: _____ Pais: _____		Reporte No. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Nombre del lesionado _____		CC. _____ Fecha _____	
1. Tipo de evento: <input type="checkbox"/> Accidente Clase de evento: <input type="checkbox"/> Lesión Personal <input type="checkbox"/> Daño a la propiedad <input type="checkbox"/> Incidente <input type="checkbox"/> Agente de riesgo Cod. <input type="checkbox"/> Impacto ambiental			
2. Proceso:		3. Instalación/Sitio:	
4. Lugar exacto del evento:			
5. Fecha y hora del evento: Hr Min Día Mes Año		6. Reportado por (nombre):	
7. Cargo:			
II. DESCRIPCION			
8. Fecha y hora del reporte ARP: Hr Min Día Mes Año		9. Elaborado por (nombre):	
10. Cargo:			
11. Descripción detallada de las actividades a realizar en el área del accidente:			
12. Alguna lesión Personal? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
13. Descripción detallada del accidente/incidente: <i>(posición, personas, partes, documentos)</i>			
III. ANALISIS DEL INCIDENTE			
14. Causas Inmediatas del accidente:			
Actos Inseguros		Condiciones Inseguras	

15. Causas básicas del accidente:

Factores Personales	Factores del Trabajo

16. Descripción de las pérdidas:

--

VI. ACCIONES PREVENTIVAS

17. Acciones correctivas tomadas para prevenir su recurrencia

No.	Acciones correctivas	Responsable	Fecha
1			
2			
3			

18. Acciones preventivas propuestas para prevenir su recurrencia

No.	Acciones preventivas	Responsable	Fecha
1			
2			
3			
4			

VII. COMENTARIOS Y APROBACIONES

19. Investigado por:

Nombre	Cargo:	Compañía	Día	Mes	Año	Firma

VI. INFORMACIÓN MEDICA SOBRE LA PERSONA LESIONADA	
20. Nombre: _____	21. CC. _____
22. Edad _____	23. Nacionalidad _____
24. Sexo (M/F): _____	25. Ocupación: _____
26. Empleador/Departamento _____	27. Registro en Seguridad Social: _____
28. Experiencia en el cargo: _____	29. Tiempo con el presente empleador: _____
30. Horas laboradas antes del accidente: _____	31. ARP / MUTUA: _____
DESCRIPCIÓN DE LA LESION Y TRATAMIENTO	
32. Severidad de la lesión A. Fatalidad <input type="checkbox"/> B. Tiempo perdido <input type="checkbox"/> C. Primeros Auxilios <input type="checkbox"/>	33. Días Perdidos _____
34. Descripción / diagnóstico de la lesión: _____ _____	
35. Parte del cuerpo lesionada: _____	36. Tipo de Lesión: _____
37. Disciplina de la persona lesionada: _____	38. Atención médica: <input type="checkbox"/> Evacuación de Emergencia <input type="checkbox"/> Atendido y enviado a casa <input type="checkbox"/> Llevado al hospital <input type="checkbox"/> Atendido y regreso al trabajo
39. Actividad que causo la lesión _____	40. Tipo de Accidente _____
VII. VERSION DEL INVOLUCRADO O TESTIGOS DEL ACCIDENTE	
Nombre: _____	Cédula: _____
Fecha de Nacimiento: _____	Fecha: _____
Ocupación: _____	Empresa: _____
Experiencia en la Obra: _____	Exp. en la ocupación: _____
Horas de trabajo: _____	Actividad que realizaba _____
Estado Civil: _____	Dirección: _____
Supervisor: _____	Salario: _____
Yo, el abajo firmante, declaro que lo expresado aquí se ajusta a la verdad y no es producto de presión alguna, por lo cual respondo a las preguntas Cómo y Por qué sucedió: _____ _____	
Firma del Trabajador o Testigo _____	
CC. No. de Identificación _____	



Anexo 7. Formato planificación de mantenimientos

FORMATO DE PLANEACIÓN DE PROYECTOS			
GT_FOR_18		Version 2 03/01/2013	
DONDE VAMOS A REALIZAR EL PROYECTO			
NOMBRE DE LA EMPRESA:			
NOMBRE DEL PROYECTO:			
PERSONA ENCARGADA DE LA LABOR:			
FECHA:		DURACION DEL PROYECTO	
LUGAR:		AREA:	
QUE VAMOS HACER "DESCRIPCION DEL PROYECTO A REALIZAR"			
COMO SE VA HA REALIZAR			
CON QUIEN LO VAMOS HACER			
RECURSO HUMANO			
CON QUE RECURSOS LO VAMOS HACER			
MATERIAL			
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS			
SUPERVISOR DE HERRAMIENTA: CESAR CASTRO			

LISTA DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD REQUERIDOS PARA LA LABOR

Casco	<input type="checkbox"/>	Botas de seguridad dieléctricas	<input type="checkbox"/>	Arnés de seguridad	<input type="checkbox"/>
Guantes	<input type="checkbox"/>	Traje de ___ Calorías	<input type="checkbox"/>	Línea de vida	<input type="checkbox"/>
Gafas	<input type="checkbox"/>	Tapete dieléctrico	<input type="checkbox"/>	Eslinga	<input type="checkbox"/>
Botas de seguridad	<input type="checkbox"/>	Traje de ___ Calorías	<input type="checkbox"/>	Casco	<input type="checkbox"/>
Overol	<input type="checkbox"/>	Monja dieléctrica	<input type="checkbox"/>	Monogafa	<input type="checkbox"/>
Protector auditivo	<input type="checkbox"/>	Careta dieléctrica	<input type="checkbox"/>		
Tapabocas y/o mascarilla	<input type="checkbox"/>				
Otros	<input type="checkbox"/>	Cuales?			

Nota: Se remite al acta de seguridad para la verificación de EPP

CUANTIFICACION "PRESUPUESTO" CUANTO NECESITO PARA LA EJECUCIÓN

Transporte:

Hospedaje:

Alimentación:

Otros:

QUE SE REQUIERE PARA INICIAR EL PROYECTO

DISPOSICION DE RESIDUOS FINALES

Material Sobrante:

Preveer impacto ambiental:

OBSERVACIONES:

Anexo 8. Formato análisis preliminar de riesgos (APR)

Parte 1.

ANALISIS PRELIMINAR DE RIESGOS - APR		
GHSEQ_FOR_43		
Ingeniero Encargado:		Fecha de Ejecución:
LUGAR: EDIFICIO COLON "OXY"	Técnico Encargado:	Hora de inicio: Hora de finalización:
	EQUIPO A INTERVENIR :	
TAREA A REALIZAR	MANTENIMIENTO	
Paso a Paso	Riesgo	Medida de prevención

Parte 2.

TAREA A EJECUTAR: MANTENIMIENTO INSTALACIONES ELECTRICAS OXY EDIFICIO COLON					EQUIPO DE TRABAJO : GRUPO APOYO TERCEROS		
LUGAR: OCCIDENTAL DE COLOMBIA EDIFICIO COLON					LISTA DE CHEQUEO - DURANTE LA ELABORACION DEL APR		
NOMBRE	EMPRESA	CEDULA	CARGO	FIRMA	Items a validar	SI	NO
					01) Hay riesgo de corte?		
					02) Háy riesgo de caída de altura o del mismo nivel ?		
					03) Háy riesgo de proyección de partículas?		
					04) Háy riesgo de atrapamiento en cualquier parte del cuerpo ?		
					05) Háy riesgo de contaminación por productos químicos ?		
					06) Háy riesgo de explosión o incendio?		
					07) Háy riesgo de contacto con superficies calientes ?		
					18) Háy riesgo de choque eléctrico ?		
					09) Háy riesgo en el trayecto hacia el sitio de trabajo ?		
					10) Háy necesidad de montajes estructurales (andamios, cables etc.)?		
					11) Háy buena ventilación local ?		
					12) Existen redes presurizadas ?		
					13) Existen personas trabajando encima o debajo?		
					14) La tarea proporciona riesgos a otros ?		
					15) Sera usado en la tarea disco de corte?		
OBSERVACION. En caso afirmativo del ítem 17 es obligatorio el entrenamiento en el uso y mantenimiento de este equipo.							
LISTA DE CHEQUEO - ANTES DE REALIZAR EL SERVICIO							
					01) Todos están entrenados en APR ?		
					02) Todos conocen la tarea que van a realizar ?		
					03) Todos poseen los elementos de protección personal necesarios ?		
					04) Dispone de las herramientas correctas y seguras para realizar la tarea?		
					05) Bloquearon todas las fuentes de energía (eléct./mec./hidr./neumát.)?		
					06) Se emitió el permiso para la tarea de alto riesgo (cuando sea necesario)?		
					07) El área está debidamente señalizada ?		
ATENCION							
					1. Garantice que todo el personal está entrenado.		
					2. Garantice el acompañamiento durante la ejecución de la tarea.		
					3. Pare y solicite ayuda en caso de tener dudas en la ejecución.		