Seguridad del personal trabajando en líneas de distribución eléctricas primarias.

Bajaña, J. [(1)]; Caminos, J. [(2)]; Gallo, J. [(3)]
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil,
jucabaja@espol.edu.ec; jcamino@espol.edu.ec; jgallo@espol.edu.ec

Resumen

El objetivo central de este proyecto es analizar los peligros y riesgos que están presentes en los trabajos que realizan el personal de distribución de una empresa de energía eléctrica, para así de ésta forma tratar de reducir la cantidad de accidentes que puedan ocurrir, para esto nos hemos basado primero en identificar, analizar, evaluar y comparar los distintos peligros que se puedan dar, tomando como datos referenciales los dados de la Norma Técnica Colombiana GTC45 del ICONTEC, para luego si los valores de los índices de peligrosidad son elevados tratar de controlarlos, si no se pueden controlar se deberá de suspender los trabajos hasta que el nivel de peligrosidad se lo haya disminuido. Buscando siempre proteger la integridad del personal

Para la realización de este trabajo nos hemos basado principalmente en las siguientes normas: NFPA 70E, en el Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica del Ecuador (Acuerdo # 13) entre otras.

Palabras Claves: *Equipo de protección personal, distancias de seguridad, riesgos eléctricos, lesiones causadas por el paso de corriente, caídas del personal de postes, puesta a tierra de líneas de distribución.*

Abstract

The project main objective is to analyze all the dangers and risks involved in the job realized by the distribution personal on a electric power. So this way treat to reduce the amount of accidents may occur, to accomplish this firstly we have based on indentifying, analyzing, evaluating and comparing all different dangers that may occur, taking this reference information provided by the Colombian Technical Handbook, GTC4 from ICONTEC, then checking if the hazard index values are too high it's necessary to try to control it but if not the jobs must be suspended until these hazard index had decreased. Always seeking to protect the integrity of staff

For this thesis preparation we have mainly based on these standards: NFPA 70E, included in the "Workplace Safety Regulation against Risks on Electric Power facilities in the Ecuador" (Agreement #13)

Keywords: *Personal protective equipment, safety distances, electrical hazards, injuries caused by the passage of electric current, grounding of distribution lines.*

1. Introducción

Como todos sabemos la demanda energética cada vez va aumentado, lo que ocasiona que los trabajos en el área de Distribución Eléctrica se vean alterados, ya sea por ampliaciones de circuitos, fallas eléctricas, sobrecargas, etc. esto hace que sea una fuente importante de peligros, riesgos, accidentes y enfermedades laborales para los empleados que trabajan en esta área, llegando a causar diferentes tipos de lesiones, desde un leve cosquilleo, hasta la muerte por paro cardíaco, asfixia, grandes quemaduras, caídas de distinto nivel, etc.

Además trata de establecer los procedimientos o estándares de trabajo, que involucren prácticas seguras de trabajo, de esta manera controlar y disminuir los niveles de peligrosidad para así tener menores índices de accidentes y por ende mejor salud laboral para los trabajadores.

2. Equipo de protección personal

En los circuitos de distribución eléctrica se pueden presentar diferentes riesgos que pueden llegar a ser mortales, por este motivo los equipos de protección personal (EPP) tienen un papel fundamental en la seguridad del trabajador, debido a que estos se encargan de impedir el contacto directo con superficies, ambientes y cualquier otro agente que pueda afectar negativamente al trabajador.

2.1. Descripción de los EPP

2.1.1. Protección de la Cabeza Cascos de Seguridad

El casco es un elemento que cubre totalmente al cráneo, protegiéndolo contra los efectos de golpes, impactos con objetos, riesgos eléctricos. Es obligatorio el uso de casco dieléctrico para que éste proteja al trabajador de posibles caídas de materiales u objetos, así como del contacto accidental con partes con tensión.

Para trabajos relacionados con electricidad, se emplean las diferentes clases según la NORMA VENEZOLANA 815: 1999 son las siguientes:

Clase	Voltaje de ensayo (Vac)	Voltaje de ruptura (V)	Corriente de Fuga (mA)	Tiempo de la prueba
A	2.200	-	3	1 min
B	20000	30000	9	3 min
C	-	-	-	-

Tabla 1. Aislamiento para los cascos de seguridad.

2.1.2. Gafas de protección ocular

Los ojos del personal se encuentran expuestos a riesgos de naturaleza diversa debido a la falta de utilización de equipos de protección ocular.

Figura 1. Gafas de protección ocular

El tipo de gafas que se utilicen deben de cumplir las especificaciones dadas por ANSI Z87.1-1989 que determina los requisitos necesarios para poder ser considerados como elementos de protección ocular, esta norma obliga a que las gafas resistan al impacto de una bola de acero de 0.6 cm viajando a una velocidad de 45.7 metros por segundo.

2.1.3. Ropa de Trabajo

El uso de ropa para contrarrestar el fuego producido por arcos eléctricos, es de mucha importancia para todo el personal que trabaja en lugares en donde se pueda tener una aproximación con partes que se encuentren en tensión.

La ropa debe de ser seleccionada de acuerdo a la **Norma NFPA 70E, 130.7 Equipos de protección personal y otros equipos de protección,** la cual deberá ser incombustible. Protegiendo contra el arco eléctrico cubrirá brazos y piernas. Se prohibirá el uso de pulseras, cadenas, collares metálicos y anillos, por el riesgo de contacto eléctrico. No se deben utilizar ropas hechas de materiales sintéticos inflamables que se funden a temperaturas por debajo de 315º C, tales como nylon, poliéster, etc.

2.1.4. Protección de las manos

Los riesgos más importantes que se pueden tener para las manos, son los materiales cortantes, contactos eléctricos y quemaduras por arcos eléctricos.La elección de los guantes debe hacerse en función de la tensión de la instalación. Es preciso comprobar de manera previa a su uso que no están perforados. Asimismo es importante almacenarlos en lugares secos y oscuros.

Los guantes dieléctricos son la primera protección para los trabajadores frente al contacto accidental con líneas o equipos energizados, estos guantes debe de cumplir las normas ASTM D120 y aprobadas por IEC

Clase	Largo	Color	Voltaje (Max. Uso)	Voltaje (Prueba)
00	11 Pulg.	Rojo	500	2500
0	11 Pulg.	Rojo	1000	5000
1	16 Pulg.	Blanco	7500	10000
2	16 Pulg.	Amarillo	17000	20000
3	16 Pulg.	Verde	26500	30000
4	16 Pulg.	Naranja	36000	40000

Tabla 2. Clasificación de los Guantes dieléctricos

Los guantes dieléctricos se deben usar dentro de los guantes protectores de cuero. Para evitar el sudor se usa primero el guante de hilo. Es esencial efectuarles semestralmente pruebas dieléctricas deben de cumplir la Norma COVENIN Guantes Dieléctricos de Goma

Clase del guante	Voltaje de ensayo	Mínimo voltaje de ruptura	Máxima corriente mA	
			Guante de 356 mm	Guante de 406 mm
0	5000	6000	12	14
1	10000	20000	14	16
2	20000	30000	16	18
3	30000	40000	8	20
4	40000	50000	-	22

Tabla 3. Requisitos de voltaje en corriente alterna

2.1.5. Protección de los pies

Se debe usar calzado de protección en todas las operaciones eléctricas. Debe ofrecer una resistencia entre 100 kΩ y 1000 MΩ en las condiciones previstas de ensayo al paso de la corriente eléctrica.

Tendrán una rigidez dieléctrica en superficie seca y húmeda:
- ✓ Con 10 Kv. durante 60 segundos no se produce perforación.
- ✓ Con 18 Kv. durante 10 segundos si se produce perforación

2.1.6. Detector de ausencia de tensión

El verificar la ausencia de tensión es muy importante para el desarrollo de trabajos en esta área, frecuentemente son tipo óptico o acústico. Para su utilización se acoplan a pértigas aislantes, además deberá complementar su aislamiento dependiendo del nivel de voltaje.

Figura 2. Detector de ausencia de tensión

El principio básico de su funcionamiento es cuando el verificador de ausencia de tensión se aproxima a un elemento con voltaje, el sensor ubicado en su estructura capta el campo eléctrico generado e inmediatamente activa un sistema de alarma.

2.1.7. Pértiga aislante

Son diseñadas para que el empleado realice su trabajo sin tener que aproximarse o entrar en contacto con las partes en tensión. Además de aumentar la resistencia de contacto y dificultar el paso de corriente eléctrica, son construidas de fibra de vidrio o material similar aislante.

Figura 3. Pértiga Telescópica

Para una completa protección se deberá complementar su aislamiento usando guantes y zapatos aislantes. Las pértigas deben inspeccionarse por lo menos cada 6 meses, o más frecuentemente si permanecen en la intemperie o si han sido sometidas a algún esfuerzo excesivo.

2.1.8. Arnés de Seguridad

El arnés es un elemento de un sistema anti-caídas, el cual es ajustado sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante y después de una caída y así distribuir las fuerzas de detención en el trabajador. Deberá seleccionarse de modo que se asegure que la distancia de caída libre nunca superará los 1.8 m, tal como lo exige la OSHA.

Es obligatorio el uso de cinturón de seguridad o arnés en todo trabajo que se realice en altura mayor e igual 1.8 m. Los cinturones de seguridad y arnés deben someterse a revisiones periódicas con objeto de determinar el grado de desgaste, corrosión de las partes metálicas.

3. Identificación de peligros

La seguridad eléctrica tiene como objetivo principal la prevención de los accidentes laborales en los que se produce un contacto directo entre el agente material, sea un equipo de trabajo, un producto, una sustancia o bien energía y el trabajador con unas consecuencias traumáticas como quemaduras, heridas, contusiones, fracturas, amputaciones, muerte, etc.

3.1. Riesgo de contactos eléctricos

Los riesgos eléctricos son aquellos son producidos por las instalaciones eléctricas y cualquier elemento en tensión, con un voltaje de daño suficiente para ocasionar los diferentes lesiones desde quemaduras hasta la electrocución.

3.1.1. Factores de Riesgo de contactos eléctricos.

- ✓ Existencia de elementos en tensión.
- ✓ Trabajos en condiciones atmosféricas desfavorables.
- ✓ Equipo de protección personal que no cumple las normas especificas.

3.1.2. Causas

- ✓ No respetar las distancias de seguridad cuando se trabaja con tensión.
- ✓ Llevar puesto cadenas o anillos metálicos al momento de trabajar.
- ✓ No estar físicamente apto para ejecutar un trabajo en determinada ocasión.

3.1.3. Consecuencias

- ✓ Muerte provocada por fibrilación ventricular.
- ✓ Muerte por detención respiratoria o cardiaca.
- ✓ Lesión mortal o no, provocada por quemaduras internas.
- ✓ Lesión traumática provocada por una contracción muscular violenta.
- ✓ Manifestaciones renales

3.1.4. Procedimientos a llevar a cabo en trabajos de distribución eléctrica

El siguiente cuadro muestra los trabajos que se deben de realizar tanto en trabajos con y sin tensión.

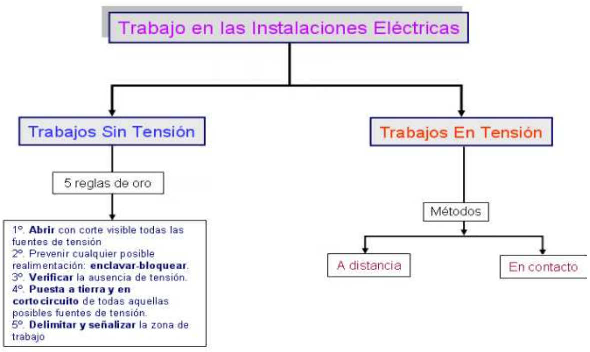

Figura 4. Trabajos en líneas de distribución eléctrica

3.1.5. Trabajos sin tensión

Para realizar este tipo de trabajos se utiliza todo el equipo de protección apropiado al nivel de tensión de la línea considerando que todo posible elemento se encuentra en tensión, en este método se siguen las siguientes reglas más conocidas como reglas de oro:

- ✓ Se realiza corte visible en los equipos de seccionamiento que estén adyacentes al área de trabajo.
- ✓ Para impedir cualquier realimentación se enclava y bloquea el equipo de seccionamiento.
- ✓ Se verifica la ausencia de tensión.

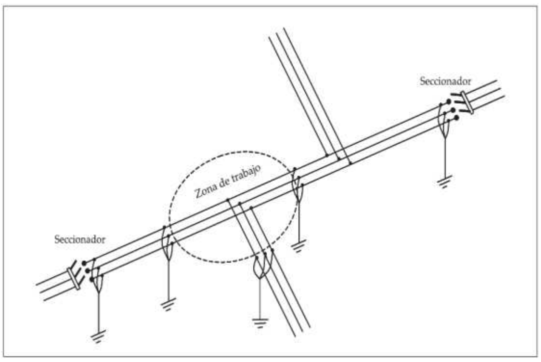

Figura 5. Puntos de colocación de puestas a tierra

- ✓ Se pone a tierra y en corto circuito las líneas como las carcasas de los elementos como transformadores, reguladores, capacitores, etc.
- ✓ Y por último se delimita y se señaliza la zona de trabajo.

3.1.6. Trabajos con tensión “a distancia”.

Usado en instalaciones de BT y MT. Este método consiste en mantener siempre las distancias mínimas de aproximación (**D_{pel}**) entre el trabajador y los conductores desnudos en tensión, en las condiciones más desfavorables.

Figura 6. Trabajos a distancia

En el caso de que los trabajos no se realicen desde el suelo, es decir se utilice escaleras o carro canasta, estos deben garantizar un apoyo seguro y estable al trabajador, de manera que no sobrepasar los límites de aproximación, dados por la *OSHA 29 CFR 1910.269*.

3.1.7. Trabajos con tensión “a contacto”.

Usado en instalaciones de BT y MT, consiste en separar al operario de las partes con tensión y de tierra, con elementos y herramientas aisladas de acuerdo al nivel de tensión.

Figura 7. Trabajos a contacto

Cuando se lleve a cabo este tipo de trabajos, las principales precauciones que se deberán tener son las siguientes:

- ✓ Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos mediante protectores adecuados.
- ✓ Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados y mangas para los brazos dependiendo del nivel de tensión.
- ✓ Vestir ropa de trabajo sin botones metálicos u otros elementos conductores.

El personal encargado de la realización de trabajos en redes energizadas, debe contar con capacitación teórica y práctica sobre las técnicas y cuidados necesarios para este tipo de trabajo, además de encontrarse en perfectas condiciones físicas.

3.2. Riesgos generales de trabajos en distribución eléctrica

En los trabajos que se efectúa en distribución eléctrica existen otros riesgos a parte de los eléctricos que están presentes ya sea en trabajos con o sin tensión los cuales los enumeramos a continuación:

- ✓ El principal riesgo que se presenta es la posibilidad de caídas de distinto nivel.
- ✓ Caídas de objetos y herramientas a personas que se encuentran en niveles inferiores.
- ✓ Exposición a radiaciones.
- ✓ Sobreesfuerzos
- ✓ Exposición a temperaturas extremas.

3.2.1. Medidas a tomar

- ✓ Verificar las condiciones de la escalera antes de usarla.
- ✓ Las escaleras se las debe de ubicar a un cuarto de distancia de su longitud con respecto al poste.

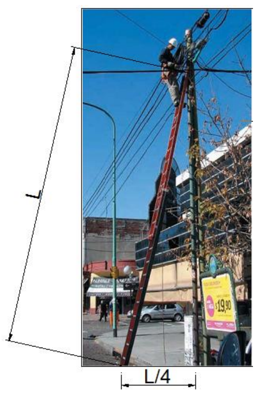

Figura 8. Distancia del pie de la escalera al apoyo

- ✓ Se tendrá como mínimo unos cuatros escalos libres por encima de la posición de los pies.
- ✓ Cualquier objeto a transportar (herramienta, etc.) se debe llevar colgando a la cintura.
- ✓ Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad y/o arnés, para toda persona que trabaje en altura mayor a 1.8 m.
- ✓ En los días soleados llevar ropa adecuada que cubra la mayor parte del cuerpo y además utilizar un bloqueador solar.

4. Evaluación y control de riesgos

La evaluación de riesgos es el proceso encaminado a estimar la magnitud de los riesgos, obteniendo la información necesaria para que los jefes del personal estén en condiciones de tomar una decisión adecuada y qué tipo de medidas deben adoptarse. Lo que se quiere con todo esto es llegar a controlar los riesgos para evitar daños a la salud de los trabajadores.

4.1. Estimación del riesgo

Cuando ya se ha identificado los peligros, se determina su grado de peligrosidad. Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:
a) Partes del cuerpo que se verán afectadas
b) Naturaleza del daño, que va desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

- ✓ Ligeramente dañino: cortes superficiales, pequeñas irritaciones, dolor de cabeza, etc.
- ✓ Dañino: Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, etc.
- ✓ Extremadamente dañino: Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales, cáncer y otras enfermedades que acorten severamente la vida.

De acuerdo a la Norma Técnica Colombiana GTC45 del ICONTEC, la valoración de los diferentes de riesgo que se presentan en los sitios de trabajo, se pueden calcular de la siguiente manera:

Grado de Peligrosidad = Consecuencias x Exposición x Probabilidad
Grado de Repercusión = Grado de Peligrosidad x Factor de Ponderación
Consecuencias: Se definen como el daño, debido al riesgo que se considera más grave.
Probabilidad: posibilidad de que, una vez presentada la situación de riesgo, se origine el accidente.
Exposición: Es la frecuencia con la que se presenta la situación de riesgo, siendo tal que el primer acontecimiento indeseado iniciaría la secuencia del accidente.

4.2. Niveles de peligrosidad

Los niveles o grados de peligrosidad que pueden presentar los riesgos son los siguientes.

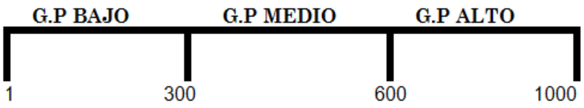

Figura 9. Grados de peligrosidad de riesgos

4.3. Análisis de evaluación y control de riesgos.

Para la evaluación y control de riesgos presentes en trabajos de distribución eléctrica hemos creado el siguiente modelo.

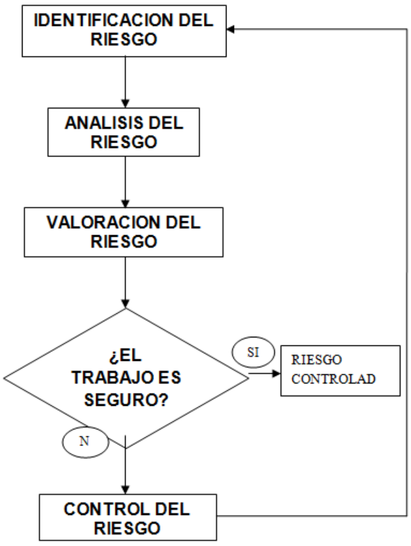

Figura 10. Diagrama de Gestión de Riesgos

Caso # 1

La figura siguiente nos muestra a un empleado que se encuentra realizando trabajos en ausencia de tensión.

Figura 11. Trabajo sin tensión

Las condiciones en las que se encuentra realizando estas actividades son:

- ✓ No utiliza elementos de protección personal
- ✓ No realiza la puesta a tierra de las líneas eléctricas
- ✓ Mal uso del cinturón y arnés anti-caídas
- ✓ Condiciones atmosféricas: día soleado con alta humedad.

Valoración:
Como podemos observar este trabajador incumple con algunos requerimientos para este tipo de trabajo, por lo que hemos valorado los diferentes puntos de la siguiente manera:

Gp = C x E x P
Gp = 10 x 3 x 7 = 210

Como podemos ver el grado de peligrosidad es bajo pero si queremos disminuirlo tenemos que utilizar nuestro diagrama de gestión de riesgos con lo que el riesgos queda disminuido al siguiente valor.

Gp = 5x1x7 = 35

Con lo cual este valor es bien bajo por lo que podemos decir que el riesgo está controlado.

5. Conclusiones

Controlar riesgos, es asegurar la integridad física de las personas involucradas en este trabajo. Lo ideal es contar con un método de control de riesgo con el fin de mitigarlos (disminuir el índice de accidentes).

Si el nivel de riesgo no se lo puede bajar mediante el control de riesgo se deben de suspender las actividades hasta que las condiciones cambien o se tenga un control que nos minimice aquel riesgo.

Se tiene que tener en cuenta el mínimo riesgo ya que por más pequeño que este puede ser las consecuencias pueden ser fatales.

6. Referencias

[1] Departamento Técnico de CAMBRE, "Manual Técnico de Seguridad Eléctrica". Editorial CAMBRE. 5ta. Edición - Año 2008/2009.
[2] López Toledo, Máximo. "Los Riesgos eléctricos y su ingeniería de seguridad". Editorial Ministerio de Industria y Energía España. Edición 2010.
[3] Nogués, Jaume. "Seguridad Eléctrica". Editorial IES Vall d'Hebron. Edición 2004/05.
[4] Ministro de Trabajo y Recursos Humanos. "Reglamento de Seguridad del Trabajo Contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica (acuerdo no 013)". Editorial Registro Oficial Ecuatoriano. Edición 28 de febrero de 1996.