

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA MITIGAR EL ARCO ELÉCTRICO Y NORMATIVA VIGENTE

1. INTRODUCCIÓN.

La electricidad se encuentra prácticamente en todas las actividades de nuestra vida, tanto en el trabajo, hogares, lugares de ocio. Dado que la energía eléctrica presenta riesgos elevados para las personas, es necesario instalar protecciones para evitar los accidentes eléctricos. Los accidentes pueden ser por contacto directo, tocar directamente un cable de fase o neutro con tensión, o contactos indirectos tocar una masa metálica que no debería tener tensión pero que debido a un fallo eléctrico se encuentra con tensión anormal. Los accidentes serán más graves cuanto mayor sea la corriente que atraviesa nuestro cuerpo, y está corriente será mayor cuanto mayor sea la tensión que toquemos y menor sea la resistencia eléctrica que ofrece nuestro cuerpo al paso de la corriente. Las principales protecciones contra los riesgos eléctricos a nivel de instalación serán los diferenciales y las puestas a tierra. Por otra parte las normas de prevención y los EPPs o equipos de protección individual también son muy importantes a la hora de conseguir una protección total contra accidentes por riesgo eléctrico. Es por ello que en el presente artículo se tocarán los principales lineamientos que se tienen que tener cuando se realiza trabajos eléctricos en especial los efectos que puede provocar los arcos eléctricos en las instalaciones y a también explicaremos brevemente las normativas vigentes en el rubro de seguridad eléctrica a nivel peruano.



Fig. 1. Seguridad eléctrica.

2. ANTECEDENTES.

La electricidad es una parte tan común de nuestras vidas que es fácil olvidar los peligros asociados con su uso. La falta de respeto hacia esos peligros trae como resultado un número elevado de muertes por electrocución en el trabajo y en el hogar. Los choques eléctricos lo suficientemente fuertes como para matar a una persona ocurren cuando la corriente de la electricidad viaja a través del cuerpo, especialmente cerca del corazón.

3. DESARROLLO.

3.1 Definición de Riesgo Eléctrico.

Es la probabilidad de ocurrencias de un contacto directo o indirecto con una instalación eléctrica, que pueda causar daño personal o material, y/o interrupción de procesos. Cualquier operador que trabaja en una instalación o un equipo eléctrico está sometido a 2 riesgos principales:

- Electrocutión (Choque Eléctrico)
- Exposición a Arcos Eléctricos



Fig. 2. Simbología.

3.2 ¿Cuántos mA puede soportar una persona?.

Hoy en día, en las normad se han fijado criterios claros sobre soportabilidad de seres humanos y animales, como se ve en la siguiente grafica tomada de la NTC 4120, con referencia IEC 60479-2 que muestra las zonas de los efectos de las corrientes alternas de 15 Hz a 100Hz. El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente de menos de 0.2 segundos, se aplican solamente durante el periodo vulnerable del ciclo cardiaco. Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1mA), de reacción a soltarse (10mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25mA) son valores de corriente muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la perdida de algún miembro o función del cuerpo humano.



Fig. 3. Umbrales de soportabilidad del cuerpo humano.

Fuente: <http://dosdisplanta.blogspot.com/2012/07/retie.html>

3.3 Arco Eléctrico.

Uno de los fenómenos muy habituales causantes de muchos accidentes en la industria es el arco eléctrico, es por ello que se han creado ciertas tecnologías en los equipamientos eléctricos para mitigar la propagación de los arcos eléctricos.

Definición de Arco Eléctrico:

Es una liberación peligrosa de energía térmica, presión y acústica debido a una falla eléctrica de corto circuito. Este se genera por la ionización de un gas como consecuencia de una conexión accidental eléctrica entre dos electrodos de diferente potencial, de diferente posición de fase o entre un electrodo y un circuito de tierra, este puede ser causado por un fallo técnico o por una acción errónea del operario.

Esta puede llegar a una máxima temperatura de 35000 °F y a un nivel de 150 DB.

¿Qué puede causar un arco eléctrico?

Contacto accidental de los trabajadores con o sin herramientas cerca o en contacto con conductores energizados causando una chispa que rompe la insulación del aire entre los conductores.

Esto lo puede generar:

- Elemento corroídos
- Exceso de polvo e impurezas
- Condensación
- Piezas Sueltas
- Sobre voltajes a través de espacios estrechos
- La falta y ausencia de materiales aislantes
- Falta y mal funcionamiento del equipo



Fig. 4. Efecto del arco eléctrico en las subestaciones.

Energía incidente que provoca los arcos eléctricos

Debido a que este fenómeno es muy habitual en el ámbito industrial, se tiene que poder medir los efectos de este y de esa manera buscar medidas de control que disminuyan sus efectos en la personas. Para poder realizar un cálculo correcto de Cal/cm para la implementación de ropa ignífuga se debe considerar los siguientes datos:

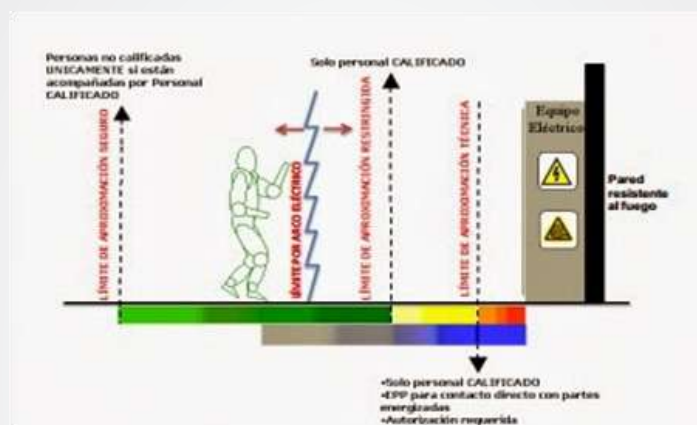
- Nivel de Tensión
- Capacidad de cortocircuito
- Tiempo
- Distancia de exposición

Efectos de los Arcos eléctricos

- La liberación de energía explota como una bola de fuego
- El calor liberado puede causar quemaduras de hasta tercer grado
- Ceguera por el destello
- La onda de choque/presión puede ser letal, como un martillo golpeándole en el pecho
- Pérdida o daño auditivo causado por la onda sonora
- Repentino rozamiento de gotas metálicas fundidas

Protección del Cuerpo frente al Arco Eléctrico

La Norma NFPA-70E, recomienda tener en cuenta los límites de aproximación y los efectos que provocaría el estar dentro de estos sectores sin el traje ignífugo adecuado.



La misma normativa clasifica a los trajes ignífugos, categorizándolos según la cantidad de calorías por cm² soporte frente a un arco eléctrico.

Equipos de Protección Personal (EPP)	Clasificación Mínima
Categoría 1	4 cal/cm ²
Categoría 2	8 cal/cm ²
Categoría 3	25 cal/cm ²
Categoría 4	40 cal/cm ²

Calculo del Nivel de protección de una energía térmica de un arco en Cal/cm²

Para el cálculo de la cantidad de energía que puede expulsar un arco eléctrico en un determinado punto se tiene que hacer un análisis de red teniendo en cuenta los siguientes puntos:

1. Conocer la línea y sus características
2. Conocer todas las características de todas las protecciones (Fusibles, etc.), de todos los transformadores de todos los cables, etc
3. Encontrar todos los puntos donde un arco puede surgir.
4. Calcular el nivel requerido de protección térmica en todos los puntos
5. El valor de corriente de falla máxima.
6. La tensión nominal fase/tierra en el punto de riesgo
7. Distancia desde la fuente del arco hasta la superficie de recepción
8. El número de ciclos en corriente alterna y el tipo de protección

3.4 Normas vigentes aplicada a trabajos eléctricos.

Debido a que en la industria sea presentado muchos accidentes en el siglo pasado, sean creado leyes que rigen la seguridad eléctrica y también establece responsabilidades que tienen que tener cada actor que interviene en una determinada actividad o trabajo. Veamos las principales leyes, códigos y reglamentos que a nivel peruano se vienen aplicando en materia de seguridad.

LEY 29783: LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

La ley 29783, tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales, sobre la base de observación del deber de prevención de los trabajadores, el rol y la participación de los empleados y su empresa sindicales, mediante las que a través del dialogo velan por la seguridad y el cumplimiento dela normativa en dicha materia.

CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD UTILIZACION

– **SUMINISTRO:** Tiene como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación.

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CON ELECTRICIDAD (RESASATE-2013):

Uno de sus objetivos es proteger, preservar y mejorar continuamente la integridad psico-física de las personas que participan en el desarrollo de las actividades relacionadas en general con la electricidad, mediante la identificación, reducción y control de los riesgos, a efecto de minimizar la ocurrencia de accidentes, incidentes y enfermedades profesionales

Normas Vigentes

Reglamento de seguridad y salud en el trabajo con electricidad (RESASATE-2013)

- **Resolución Ministerial N°111-2013-MEM-DM**
- Título V-Actividades Complementarias
 - Capítulo I-Equipos de Protección Personal
 - Art. 100°-Art 110°

A.- Artículo 100°.- Criterios generales para la selección de los equipos de protección personal.

B.-Artículo 101°.- Ropa de trabajo

C.-Artículo 102°.- Protección craneal

D.-Artículo 103°.-Proteccion auditiva

E.-Articulo 104.-Proteccion facial

F.-Articulo 105.-Proteccion visual

G.-Artículo 106°.-Proteccion de las vías respiratorias

**FISCALIZACIÓN
(ESTADO)**



**PREVENCIÓN
(JEFE DE SST)**



**PARTICIPACIÓN
(TRABAJADORES)**

H.-Artículo 107°.- Cinturones y arneses de seguridad

I.-Artículo 108°.- Calzado de seguridad

J.-Artículo 109°.-Proteccion de las extremidades superiores

K.-Artículo 110°.-Equipo de protección personal contra relámpago de arco

3.5 Jerarquía de Controles.

Una de las medidas que se ha optado para contrarrestar los efectos que pueden traer los trabajos de alto riesgo en el rubro eléctrico es la implementación de controles de seguridad, los cuales cumplen las siguientes jerarquías:



Fig. 5. Jerarquía de controles.

4. CONCLUSIONES.

- Actualmente se cuenta con controles de ingeniería y reglamentos que mitigan los riesgos en la actividades del sector eléctrico, esto ha hecho posible que las estadística de accidentes en los últimos años vaya disminuyendo, en parte a las leyes que el ministerio ha sacado y otra parte a la conciencia de los trabajadores y empresas para aplicar esta leyes en su entorno de trabajo.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Chacón, C. M. (2010). ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD. Obtenido de https://www.achs.cl/portal/centro-de-noticias/Documents/Estudio_de_accidentes_electricos_y_peligro_del_arco_electrico.pdf
- MINAS, M. D. (04 de Abril de 2013). REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD. Obtenido de <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Marzo/27/RM-111-2013-MEM-DM.pdf>
- Pérez, A. N. (s.f.). Breve historia seguridad electrica en Argentina. Obtenido de https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/ie330_perez_seguridad_electrica.pdf

Autor: Ing. Víctor Gonzales Zamora, Analista de Ingeniería

Edición: Lic. Francie Salazar Mandamiento, Responsable de Marketing e Imagen Corporativa