Estudio de Accidentes Eléctricos y Peligro del Arco Eléctrico. Introducción a un Programa de Seguridad Eléctrica

STUDY OF ELECTRICAL ACCIDENTS AND DANGER OF ELECTRIC ARC. INTRODUCTION TO ELECTRICAL SAFETY PROGRAM

César Antonio Muñoz Chacón¹

1. Especialista en Seguridad Eléctrica en Asociación Chilena de Seguridad.

RESUMEN

El presente trabajo da cuenta de nuevos conceptos en el campo de la seguridad eléctrica, esto es, el estudio del fenómeno llamado relámpago de arco (Arc Flash) y sus medidas de control. Donde se desglosa una realidad estadística de accidentabilidad eléctrica en Chile respecto a las tendencias y focos críticos en la industria, a partir de la información desprendida de las estadísticas internas de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), de organismos públicos como SUSESO y SEREMI de Salud y la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Con los resultados y tendencias de las estadísticas desarrolladas, se han elaborado Herramientas Preventivas para la evaluación cualitativa y cuantitativa de variables y parámetros de un sistema eléctrico, para cuantificar el nivel de riesgo eléctrico (con base en determinados requisitos de la Norma NFPA 70E¹ norma de EE.UU., para la Seguridad Eléctrica en los lugares de trabajo) y la propuesta de un Programa Estándar de Seguridad Eléctrica, integrado con los programas de prevención de riesgos o de gestión de seguridad y salud ocupacional que las empresas llevan a cabo.

(Muñoz C, 2015. Estudio de Accidentes Eléctricos y Peligro del Arco Eléctrico. Introducción a un Programa de Seguridad Eléctrica. Cienc Trab. May-Ago; 17 [53]: 122-127).

Palabras clave: SEGURIDAD ELÉCTRICA, ARC FLASH, ARCO ELÉCTRICO, RIESGO ELÉCTRICO, HERRAMIENTAS PREVENTIVAS.

ABSTRACT

This paper shows new concepts in the field of electrical safety, that is to say the studying the phenomenon called Arc Flash and its control measures. Where a statistical reality of electrical accidents in Chile is broken down related to trends and hot spots in the industry, based on information from the detached internal statistics of the Chilean Safety Association (ACHS), public bodies as SUSESO and SEREMI of Health and the Superintendence of Electricity and Fuels. With the results and trends of the developed statistics, preventive tools have been produced for the qualitative and quantitative evaluation of variables and parameters of an electrical system to quantify the level of electrical risk (based on certain requirements of NFPA 70E¹ – USA regulation for Electrical Safety in work places) and the proposal of an Electrical Safety Standard Program, integrated with risk prevention or occupational health and safety management that companies conduct.

Keywords: ELECTRICAL SAFETY, ARCO ELÉCTRICO, ARC FLASH, ELECTRICAL RISK, PREVENTION TOOLS.

INTRODUCCIÓN

Cada año se producen cerca de 270 millones de accidentes laborales en el planeta. Más de 350 mil de ellos tienen consecuencias fatales.² En Chile, la tasa de fatalidad muestra una débil tendencia a la disminución, encontrándose en un valor de 6,8 por 100.000 el año 2006.³ De acuerdo al INE (Instituto Nacional de Estadísticas), entre los años 2007 a 2011 se ha registrado un promedio anual de 66,2 fatalidades/año en la población de Chile, debido a accidentes con energía eléctrica.⁴

En el ámbito laboral, el promedio anual de fatalidades por causa eléctrica es de 21,45, lo que representa aproximadamente un 32% del total de accidentes eléctricos con causa de muerte respecto al total de la población en Chile.

La distribución porcentual promedio para el período 2005-2009 respecto a los accidentes laborales con resultado de muerte⁵ ubica en primer lugar la exposición a fuerzas mecánicas inanimadas (golpes y atrapamientos, principalmente) con 30%; luego le siguen las caídas (distinto, mismo nivel y otras) con un 28%; la exposición a la corriente eléctrica, con un 13% y el resto de causas con un 29%. Es decir, la incidencia de la energía eléctrica en el caso de accidentes fatales la posiciona en el tercer lugar, excluyendo dentro de esta clasificación a los accidentes de tránsito.

En relación al peligro eléctrico, el tratamiento de los accidentes eléctricos en materia laboral ha sido tradicionalmente ligado al concepto denominado “contacto con la energía eléctrica”, es decir, al choque eléctrico (accidente relacionado esencialmente con los niveles de voltaje de las instalaciones y el paso de corriente por el organismo). Sin embargo, en EE.UU., en los años '80, el Ingeniero Ralph Lee realizó el primer paper relacionado con accidentes eléctricos y las consiguientes lesiones de quemaduras⁶, definiendo un nuevo enfoque

Correspondencia / Correspondence:

César Antonio Muñoz Chacón

Ramón Carnicer N° 163, Providencia, Santiago de Chile.

Tel.: 73879214 – 85354654.

e-mail: cmunozc@achs.cl, seguridad.electrica.sef@gmail.com

Recibido: 08 de Mayo de 2015 / Aceptado: 30 de Abril de 2015

en materia de peligros eléctricos, relacionándolo con el accidente por los efectos del arco eléctrico, denominado comúnmente en lengua anglosajona como Arc Flash (relámpago de arco eléctrico). Lo anterior, debido a que, además de los típicos efectos del paso de la corriente en el organismo (paro cardíaco, fibrilación ventricular, quemaduras internas, entre otros), se originaban en muchos eventos quemaduras externas (principalmente en la piel) por los efectos del arco eléctrico. En muchos casos, dicho peligro no se evaluaba, no se cuantificaba y, por lo tanto, medidas concretas para su prevención no existían. Es así como la norma NFPA 70E incorpora y define el relámpago de arco y su forma de cuantificar el peligro potencial, propone una estructura de un Programa de Seguridad Eléctrica, la evaluación de riesgos mediante un estudio de energía incidente y el establecimiento de categorías de riesgos de los sistemas eléctricos, de manera integral, gestionando los peligros de choque y arco eléctrico. En consecuencia, a partir del año 2012, se ha estudiado la accidentabilidad eléctrica de las empresas adheridas a la ACHS (período 2009 a 2012), cruzando datos con otras estadísticas y estudios relacionados, con el fin de obtener un panorama completo de la realidad país, y de esta manera desarrollar estrategias focalizadas en aquellos sectores más críticos como parte de una oferta de valor de ACHS hacia sus clientes, con el enfoque de la citada norma.

DESARROLLO SITUACIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS EN EMPRESAS ADHERIDAS A LA ACHS

Accidentes eléctricos: pocos casos, pero graves

En ACHS el accidente eléctrico se cataloga como “exposición al arco eléctrico”. Específicamente a nivel de mutualidades se propone el concepto “contacto con energía eléctrica” (según lo definido en ANSI Z10, contacto con corriente eléctrica, dado a que se refiere a aquel contacto directo o indirecto con fuente de energía eléctrica, donde fluye una corriente por el cuerpo humano (choque o shock eléctrico⁷) y/o este sufre consecuencias a partir de un fenómeno de descarga por arco eléctrico no controlado (como falla o accidente) y las consiguientes lesiones en el ámbito de quemaduras externas u otras (concepto de relámpago de arco).¹ La base de datos para el período 2009-2012, arroja los siguientes resultados en las empresas adheridas a la ACHS (42.000 empresas afiliadas, más de 2.300.000 trabajadores afiliados), en cuanto a accidentes eléctricos (todos):

Tabla 1.

Número de accidentes y días perdidos año 2009-2012. Empresas adheridas a la ACHS.

Detalles	Año 2009	Año 2010	Año 2011	Año 2012	Total
Total accidentes por "Contacto con energía eléctrica"	297	295	273	328	1193
% de casos respecto al total	0,18%	0,16%	0,14%	0,17%	
Total Días Perdidos	4732	3897	3614	3191	15434
% Días Perdidos respecto al total	0,35%	0,24%	0,26%	0,27%	

Si bien el número de casos de accidentes eléctricos es menor al 1% respecto del total de accidentes (para los cuatro períodos analizados), los accidentes eléctricos, en general, son graves. Esto se refleja en el indicador anterior de fatalidad para Chile y su distribución porcentual sobre un 9 a 10% del total de accidentes fatales. Para el período analizado en ACHS, por cada accidente eléctrico se tiene un promedio de 13,03 DP (días perdidos), mientras que el resto de los accidentes representa un promedio de 7,48 DP.

Figura 1.
Indicador promedio días perdidos empresas adheridas a la ACHS⁸.

Figura 2.
Promedio Días Perdidos por accidentes graves, empresas adheridas a la ACHS⁸ (Año 2009-2012).

Figura 3.
Distribución de accidentes eléctricos por rubro, empresas adheridas a la ACHS⁸.

Para el mismo período analizado (2009-2012), cada accidente eléctrico clasificado como grave en promedio significó 60,8 días perdidos. Comparativamente, respecto a otros tipos de accidentes, se ubica en 2° lugar respecto a la gravedad, sólo precedido por “Atropello/Choques”, que representa un valor promedio de 63,7 días perdidos por cada accidente acontecido. Se considera Accidentes “Graves” en ACHS mayor a 30 DP, casos “SUSESO”, respecto a Circular 2345 y “Fatales”.

Respecto a la distribución según rubro o sector, se ha realizado un análisis comparativo respecto al número de casos y DP (días perdidos). En esta clasificación se aprecia que la mayor cantidad de casos se presenta en la Industria, seguido por Comercio/Retail y Construcción. Este último sector muestra una mayor cantidad de DP, respecto al de Comercio/Retail que supera en número de accidentes. El menor número de casos representa mayor gravedad, posiblemente por el tipo de contacto, muchos de ellos por contacto con líneas eléctricas aéreas en sistemas de distribución eléctrica (media tensión 12.000 o 23.000 V).

Estadísticas operacionales de accidentes eléctricos graves
Se ha optado por realizar un análisis con un enfoque operacional, de manera que la gestión preventiva se defina ya sea por sector económico (industria, construcción, energía, etc.), por focos de accidentes graves o fatales, por procesos, es decir, trabajos en sistemas eléctricos de potencia, en sistemas eléctricos en industria, trabajos cerca de líneas y tendidos, entre otros. Al analizar en específico los accidentes graves, se encontró que éstos representan sólo el 16,8% de los casos de accidentes eléctricos en el período 2009-2012, sin embargo, representan el 78% de los DP del período de estudio, lo que orienta un análisis más acotado, con enfoque en los casos más críticos. Se han analizado los relatos de aproximadamente 200 casos de dicho período, logrando distinguirse una tendencia y representatividad de los casos por choque eléctrico versus aquellos relacionados a relámpagos de arco. En este caso, el 72% de los casos, aproximadamente, están relacionados al choque eléctrico y el restante 28% al relámpago de arco.

Respecto al grupo de agentes relacionados con accidentes eléctricos, se han clasificado estos en función de los siguientes parámetros:

- Instalaciones fijas nivel usuario; se han clasificado aquellas esencialmente de baja tensión (voltajes típicos de 220 V y 380 V), pero que son del tipo de uso por el nivel usuario, es decir, cualquier persona que utilice las instalaciones eléctricas como parte de su quehacer diario: como es, utilizar un artefacto en mal estado, operar un enchufe descompuesto, cambiar una ampolla.
- Instalaciones fijas en Baja, Media o Alta Tensión: estas incluyen subestaciones, maquinarias, motores, tableros eléctricos y equipos de procesos, donde generalmente, el personal que es afectado tiene relación con mantenimientos eléctricos o mecánicos, o su perfil tiene que ver con la operación de maquinarias (habitualmente en la industria).
- Instalaciones eléctricas áreas o subterráneas de distribución o transmisión. Referidas principalmente a aquellas relacionadas con líneas eléctricas de baja o media tensión, donde personal calificado (linieros, por ejemplo) cometen errores en la operación del sistema eléctrico. También ocurren accidentes eléctricos a personal no calificado (obreros, jornales, pintores, o cargos no eléctricos), los que acortan distancia a las instalaciones eléctricas haciendo contacto con éstas.
- Indeterminadas: Aquellas donde los antecedentes no fueron suficientes para establecer el tipo de agente.

Figura 4.
Distribución de accidentes eléctricos graves por agentes, empresas adheridas ACHS.⁸

Indeterminado	18%
Instalaciones fijas nivel usuario (equipos, artefactos, enchufes, interruptores)	22%
Instalaciones fijas de potencia en BT y MT (tableros, maquinarias, otras)	33%
Líneas eléctricas aéreas de Baja, Media y Alta tensión	27%

Por otro lado, la clasificación de las fuentes obedece al tipo de trabajo que se realiza en las instalaciones, según lo señalado en punto anterior. Se aprecia la mayor proporción de casos en instalaciones fijas de potencia, seguido por los accidentes ocurridos en líneas eléctricas, complementario al análisis que indica que la mayor proporción de accidentes se dan en los trabajos “cerca de instalaciones eléctricas energizadas”.

Figura 5.
Distribución de principales fuentes de accidentes eléctricos graves. Año 2009-20012.

Indeterminado	24%
Instalaciones que deberían encontrarse “desenergizadas” o diseñadas para sus uso seguro en modo energizado (equipos, artefactos, herramientas)	20%
Sistemas energizados (trabajo directo en “circuitos vivos)	21%
Operaciones/maniobras para energizar y/o desenergizar	5%
Trabajos “cerca” de instalaciones energizadas (acortamientos distancia de seguridad)	30%

Al relacionar el dato anterior con el indicado en Figura N° 6, donde el personal más afectado en casos de accidentes graves corresponde a la clasificación de “obreros” (personal no clasificado que toma contacto con líneas aéreas), se puede concluir que la mayor proporción de accidentes graves afecta a personal que desconoce el peligro eléctrico, acorta distancia a líneas aéreas y sufre accidentes de consideración, especialmente quemaduras. Este factor es complementario al análisis por rubro, donde una proporción importante de DP por accidentes eléctricos se da en el sector de construcción.

Figura 6.
Distribución de accidentes eléctricos graves por oficio. Año 2009-2012.

Obreros (cualquier oficio)	21%
Operario maquinaria	13%
Supervisor	2%
Usuarios de instalaciones	16%
Telecomunicaciones	2%
Otros	4%
Liniero y Electricista (BT/MT/AT)	10%
Electricista obras	21%
Electricista mantenimiento	11%

RESULTADOS

Plan de acción

Sobre la base del análisis anterior y tomando en cuenta la agrupación de variables críticas más representativas identificadas, se establece un plan de acción que propone focalizar la gestión preventiva a nivel del área de especialidades técnicas con especialista de seguridad eléctrica y con un trabajo de apoyo a la red de expertos en prevención, trabajo por sector con el fin de definir herramientas preventivas y apoyo a la gestión de prevención de accidentes eléctricos fatales.

- Gestión de apoyo especializado con foco en defectos normativos de las instalaciones

Al apreciar las figuras N° 5 y 6, las instalaciones defectuosas repre-

sentan aproximadamente el 20% de los casos de accidentes eléctricos graves y que afecta al 16% denominado “usuarios” de las instalaciones. Como parte del trabajo habitual de la asesoría de seguridad eléctrica en el área de especialidades (Seguridad Industrial y Medio Ambiente), dependiente de la Gerencia de Operaciones Preventivas de ACHS, se realizan evaluaciones cualitativas y cuantitativas de cumplimiento de requisitos normativos de instalaciones eléctricas en empresas adheridas que solicitan este servicio o a partir de la evaluación del Experto Red que atiende a dichas empresas, respecto a requisitos de la Nch-elec 4/2003 (instalaciones interiores de baja tensión). La Superintendencia de Electricidad y Combustibles fiscaliza el cumplimiento de esta normativa y establece un nivel de criticidad de los principales requisitos normativos. Es así como aquellos relacionados con la seguridad hacia las personas, en ausencia de dichos parámetros o normativas, los tipifica como “muy críticos” –nivel 3– (falta o mala calidad de tierra de protección, falta o mala operación de protecciones diferenciales); también aquellos que van en directa relación con los peligros de incendio para la instalación (sección de conductores de acuerdo a capacidad de disyuntores, empalme con automático, tierra de servicio). Otros requisitos, tales como las conexiones a tierra de equipos, tableros con rotulación, señaléticas, barras protegidas contra contactos directos, se categorizan como requisitos graves (nivel 2). La evaluación de riesgos llevada a cabo en ACHS cruza el requisito de la SEC con un nivel de cumplimiento, obteniéndose un nivel de riesgo de la instalación y un criterio de cumplimiento porcentual. De esta manera, se orienta en la priorización de los requisitos de normalización de acuerdo a la criticidad y el tipo de peligro que representa la instalación.

Figura 7.

Ejemplo de evaluación de riesgos eléctricos, considerando criterio SEC y cumplimiento del requisito.

Criticidad SEC		Cumplimiento Inspección		
		0-20%	21-90%	90-100%
		0	1	2
Mediana	1			
Grave	2			
Muy Grave	3			

Riesgo crítico ■ Riesgo importante ■ Riesgo aceptable ■

La evaluación es realizada por un especialista con todo el equipamiento requerido para realizar las evaluaciones de seguridad eléctrica, con instrumentación de apoyo y software relacionados. Los principales tópicos que se analizan y sobre los cuales se orienta a las empresas adherentes son:

- Evaluación termográfica para la detección de puntos calientes (sobretensión de componentes que puede dar inicio a un amago de incendio por fallas de resistivas, de arco eléctrico u otras).
- Comprobación de seguridad eléctrica (diferenciales y sistemas de tierra) con instrumento adecuado para estos fines.
- Evaluación cualitativa de defectos normativos.
- Evaluaciones de electricidad estática.
- Análisis de fallas y accidentes eléctricos.

Asesoría en gestión de riesgos eléctricos

La base de un programa de seguridad eléctrica es la gestión de cultura preventiva. Cualquier tarea en este sentido debe apuntar a establecer ciertos controles de acuerdo a un orden lógico. La metodología usual para controlar los riesgos es la especificada en el

estándar ANSI Z107, llamada también “Jerarquía de control”, donde las medidas más efectivas parten desde la eliminación del riesgo (en muchos casos esto no es posible), pasando por la sustitución de tecnologías o sistemas de energía; luego, aplicando controles de ingeniería, controles administrativos (procedimientos, entrenamientos, prácticas de trabajo seguro, entre otras), hasta llegar a la última etapa que es la menos efectiva y que tiene que ver con el uso de EPP adecuados al riesgo. Para llevar a cabo este control, se viene asesorando a las empresas, ya sea a través de asesorías específicas u otras de implementación, con foco en la norma NFPA 70E para gestión de seguridad eléctrica. El esquema general se muestra en la Figura N° 8:

Figura 8.

Esquema de Gestión de Seguridad Eléctrica.

Con este enfoque, se busca disminuir los accidentes en base a la asesoría especializada en aquellos focos que representan accidentes de trabajo en un entorno eléctrico, es decir, con un grado de especialización, representados en la Figura N° 4 como instalaciones fijas de potencia y líneas (60% de los casos, en su conjunto) y en la Figura N° 5 como trabajos en sistemas energizados y operaciones (26% de los casos). Respecto a los controles de ingeniería, estos se enfocan principalmente en el cumplimiento de los requisitos de ingeniería de las instalaciones, tecnología de seguridad eléctrica (equipos arco-resistentes, detectores de fallas por arco, protecciones diferenciales, etc.).

Implementación del Programa de Seguridad Eléctrica

En primer lugar, se debe conformar un comité de implementación, el cual debe estar integrado por los gerentes, personal de la línea de mando y personal de las especialidades (eléctrica y prevención de riesgos). Debe incluirse asesoría especializada, la que puede ser, por ejemplo, a través de las mutualidades correspondientes. Se debe generar una Política de Seguridad Eléctrica de acuerdo a la Política de Seguridad y Salud existente en la Empresa. En esta se deben establecer las principales directrices, lineamientos y valores que rigen el comportamiento de la organización. Es así como durante 2013 y parte de 2014, se trabajó con una importante empresa del rubro del Retail y otra empresa química para la implementación de un programa de seguridad eléctrica específico para sus áreas de mantenimiento. A partir del establecimiento de un procedimiento de análisis y evaluación de riesgos, y una vez aplicado a los procesos, se deben proponer entrenamientos y prácticas adecuadas a la cultura de la empresa, de acuerdo a lo indicado en la norma NFPA 70E-110.6 (A)¹, con una participación activa de todas las partes. Del mismo modo, se deben crear instructivos genéricos y específicos, ya sea para trabajos de mantenimiento, operación, maniobras, en baja, media o alta

tensión. Se proponen calificaciones internas para los empleados (autorizados y capacitados) de acuerdo a un programa de perfeccionamiento y entrenamiento establecido. Todas las prácticas anteriores se deben integrar con la gestión habitual en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, vale decir, capacitación, inspecciones, observaciones preventivas, investigaciones de incidentes, etc.

Control de riesgos; Norma NFPA 70E-110.7 (F)¹: La identificación de peligros y evaluación de los riesgos constituye la base del sistema de gestión a implementar. Dependerá de los riesgos y del negocio que desempeñe la empresa y de los controles que lleve a cabo en sus procesos. Este proceso incluye distinguir las subcategorías de shock y arco eléctrico y los niveles de energía incidente. **Seguimiento de metas y auditorías:** El programa de seguridad eléctrica deberá contener metas y objetivos claros, medibles y cuantificables, de manera tal de poder ir haciendo un seguimiento constante al proceso. Anualmente, se deben programar auditorías para evaluarlo en su conjunto y proponer las mejoras pertinentes del sistema.

Procedimientos y metodologías (controles administrativos): Más allá de disponer del equipamiento de seguridad, medidas de ingeniería y equipos de protección personal (EPP específicos), se debe atender los procedimientos y metodologías como normas irrevocables. Cumplir un determinado procedimiento será fundamental para mantener la seguridad del lugar de trabajo. El PTS (Procedimiento de Trabajo Seguro) forma parte de las medidas de control administrativas. El objetivo de este documento es analizar los diversos trabajos que se efectúan en el ámbito eléctrico y describir detalladamente las etapas y secuencias que componen la actividad, analizando los riesgos y proponiendo las medidas de control pertinentes. Se deben indicar las responsabilidades de los involucrados en la actividad, especificar los equipos y herramientas que se deben utilizar, además de los EPP requeridos. Desde el punto de vista técnico y de calidad, dicho documento debe hacer referencia a metodologías y estándares definidos en las diversas normativas constructivas y de mantenimiento existentes.

Reglamento de Operaciones y Permiso de Trabajo de acuerdo a norma NFPA 70E, 130.1 (A).¹ Múltiples empresas de energía eléctrica utilizan dentro de sus procesos un Reglamento que define la forma en cómo se deben efectuar las actividades dentro del sistema eléctrico. El objetivo es controlar la seguridad del personal y evitar fallas en los sistemas eléctricos, evaluando los riesgos y estableciendo responsabilidades.

Actividades que requieren análisis y control de peligros eléctricos: A modo informativo, se presenta un listado tipo de actividades que deben abordarse en un programa de seguridad eléctrica (no excluyente):

- Trabajos en alta, media y baja tensión.
- Trabajos en líneas aéreas de distribución y transmisión (sean o no trabajos eléctricos, por ejemplo, trabajos de empresas de comunicaciones).
- Trabajos en recintos eléctricos de potencia, como subestaciones, especialmente orientado a obras civiles, como excavaciones, fundaciones y montajes.
- Trabajos en recintos con atmósferas explosivas.
- Trabajos con circuitos vivos o energizados.

Implementación de EPP: De acuerdo a la norma NFPA 70E, la categoría de riesgo (HRC, "Hazard Risk Category", categoría de riesgo/peligro) en un equipo eléctrico, se establece desde el nivel 0 hasta el

nivel 4, en función del nivel de energía incidente del sistema eléctrico como potencial de falla. Este requisito tiene que ver con los accidentes por arco eléctrico y la adecuada protección para el personal expuesto. El ATPV (Arc Thermal Performance Value), valor de una función de energía incidente en una tela (o un material), tiene que ver con el suficiente traslado de calor esta puede soportar, asociado al principio de una quemadura de segundo grado), relacionado a cada categoría establece el uso de equipamiento a partir de la energía incidente mayor.

Por ejemplo, la categoría 2 indica una energía incidente calculada entre 4 y 8 cal/cm². Sin embargo, el ATPV para esta categoría corresponde a 8 cal/cm² y considera ropa FR (ignífuga o resistente a la llama), de acuerdo a lo especificado en Figuras N° 9. Esta Figura representa las categorías y equipos de protección personal respectivos.

Figura 9.

Categoría de Riesgo Eléctrico de acuerdo a NFPA 70E y ejemplo EPP.

Energía Incidente Calculada (cal/cm ²)	HCR (Categoría de Peligro / Riesgo)	Nº Capas	Sistema típicos de vestimenta protectora	Peso total (oz/yd ²)	Mínimo valor ATPV o EBT, Valor EPP (cal/cm ²)
0-2	0	0	Algodón no tratado	4,5-7	N/A
2-4	1	1	Camisa FR y Pantalones FR	4,5-8	5
4-8	2	2	Ropa interior de algodón + camisa FR y pantalón FR	9-12	8
8-25	3	3	Ropa interior de algodón + camisa FR + pantalón FR y chaqueta FR (u overol)	16-20	25
25-40	4	4	Ropa interior de algodón + camisa FR y pantalón FR + chaqueta y pantalones de doble capa	24-30	40

Este enfoque debe ser integrado a los requisitos para prevenir el choque eléctrico. Es decir, el uso de protección aislante en las extremidades (guantes y zapatos aislados, de acuerdo al nivel de voltaje), uso de detectores de ausencia de tensión, pértigas y herramientas aisladas, entre otros.

Gestión de apoyo a expertos sectoriales

Mediante un trabajo en equipo, se han ido diseñando herramientas para los sectores donde se ha visto un incremento de los accidentes. Es así como se inició el año 2014 un trabajo colaborativo para dar a conocer al sector de construcción una herramienta a través de un manual de prevención de riesgos eléctricos, con dos focos principales: la correcta ejecución de las instalaciones provisionales de obra y las medidas de prevención para evitar contactos con líneas eléctricas o tendidos soterrados, generalmente de media tensión (12.000 o 23.000 V). Este último aspecto ha derivado en

accidentes generalmente por acortamiento de distancia a líneas eléctricas con elementos conductores de la electricidad en actividades no eléctricas, de acuerdo a lo visto en Figura N° 5 y según los oficios más afectados de acuerdo a Figura N° 6 (obreros).

CONCLUSIONES

- El realizar un catastro de accidentabilidad eléctrica a nivel de la Asociación Chilena de Seguridad representa una tendencia importante en la realidad nacional, debido a la cobertura de esta mutualidad a nivel país (mayor a un 50% en el sistema privado).
- 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: los peligros eléctricos requieren de un conocimiento más técnico y con un enfoque preventivo aún mayor.
- El conocimiento del peligro eléctrico y sus sub-clasificaciones (por choque y relámpago de arco), supone un mayor grado de comprensión de las medidas de control de riesgos, focalizadas respecto a la operación de un sistema eléctrico. La protección eléctrica tanto hacia el trabajador como al propio sistema eléctrico debe ser integral.
- Más allá que el indicador de mayor accidentabilidad sea concordante con aquellos sectores con mayor cantidad de personal expuesto (mayor masa laboral), es importante, de todas maneras,

focalizar los controles, ya que un amplio margen de personal expuesto que sufre accidentes graves es el denominado “usuario” de las instalaciones, que se ve perjudicado por fallas o defectos normativos de las instalaciones eléctricas. No se debe olvidar que el peligro eléctrico es transversal y que todo sitio de trabajo utiliza electricidad.

- El clasificar los accidentes graves por tipo de instalación (grupo de agentes) y por tipo de trabajo (fuente) hace más visible el foco de la gestión. Se ve claramente que se requieren medidas de prevención especialmente para aquellos trabajos no eléctricos cerca de tendidos aéreos (mantención de luminarias, telecomunicaciones, letreros y señalización vial, obras de construcción, etc.).
- La evaluación de riesgos de seguridad de instalaciones nos orienta en medidas y prioridades concretas de normalización. Las empresas deben favorecer tanto la operatividad del sistema eléctrico como también la seguridad del sistema hacia los usuarios.
- También se requiere especial atención en el ámbito de la seguridad eléctrica especializada para el personal electricista de potencia, que sufre graves consecuencias, especialmente en sistemas de media tensión o de alta energía (subestaciones eléctricas, tableros generales, líneas aéreas).
- El implementar un programa de Seguridad Eléctrica provee a las empresas una mejor comprensión de la forma de gestionar sus peligros eléctricos, mejora los estándares de mantención y aumenta el conocimiento del personal sobre los peligros eléctricos.

REFERENCIAS

1. National Fire Protection Association. NFPA 70E. Standard for Electrical Safety Requirements for Employee Workplaces. Quincy: National Fire Protection Association; 2009.
2. Guzmán L. Accidentes Laborales en Chile: 3 millones de días perdidos. *Cienc Trab*. 2006; 8(19):A20.
3. Chile. Comisión Asesora Presidencial para la Seguridad en el Trabajo. Informe Final CST, noviembre 2010 [en línea]. Santiago de Chile: CST; 2010 [citado may 2015]. Disponible en: http://www.previsionsocial.gob.cl/subprev/?wpfb_dl=174
4. Chile. Instituto Nacional de Estadísticas Chile. Estadísticas Vitales años 2007-2011 [en línea]. Santiago de Chile: INN; 2015 [citado may 2015]. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/demografia_y_vitales/estadisticas_vitales/estadisticas_vitales.php
5. Chile. Ministerio de Salud. Departamento de Estadísticas e Información de Salud. Estadísticas de Mortalidad Laboral [en línea]. Santiago de Chile: MINSAL; 2015 [citado may 2015]. Disponible en: <http://www.deis.cl/>
6. Cadick J, Capelli M, Neitzel D. *Electrical Safety Handbook*. 3th ed. New York: McGraw-Hill Professional; 2006.
7. Muñoz Chacón CA. Estudio de Arc Flash: Programas de Seguridad Eléctrica y Seguridad Funcional. [Trabajo Titulación Ingen. Electricidad]. Santiago de Chile: USACH; 2011
8. Muñoz Chacón CA. Estudio e implementación de programas de seguridad eléctrica con enfoque en peligros de relámpago de arco. Trabajo de Investigación 2009-2012. Santiago de Chile: ACHS-FUCYT; 2012.