

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en
Electricidad y Computación**

**“IMPLEMENTACIÓN DE SEGURIDAD DE EQUIPOS
ELÉCTRICOS EN LA INDUSTRIA”**

TESINA DE SEMINARIO

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIZACIÓN POTENCIA**

Presentado por:

JOSÉ LUIS PATIÑO VÉLEZ

Guayaquil – Ecuador

2011

AGRADECIMIENTO

**AL ETERNO PADRE POR EL DON DE LA
SABIDURÍA Y BENDICIONES RECIBIDAS**

**A LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL
LITORAL POR LOS CONOCIMIENTOS
INVALUABLES ENTREGADOS A MI PERSONA**

**A MI DIRECTOR DE LA TESINA DE
SEMINARIO ING. JUAN GALLO GALARZA POR
SUS ENSEÑANZAS Y AYUDA EN LA
REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO**

DEDICATORIA

**CON TODO CARIÑO A MIS PADRES QUE ME
INCULCARON EL CONOCIMIENTO Y ME
ENTREGARON LA MÁS VALIOSA HERENCIA: LA
EDUCACIÓN**

**A MI ESPOSA E HIJOS POR EL AMOR, LA
PACIENCIA Y LAS GANAS DE SUPERACIÓN QUE
IMPULSARON EN MÍ LA CULMINACIÓN DE UNA
ETAPA Y EL DESARROLLO DE ESTA TESINA DE
SEMINARIO**

A MIS SUEGROS POR SU EJEMPLO DE VIDA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

DIRECTOR DE LA TESINA DE SEMINARIO



ING. JUAN GALLO GALARZA

DELEGADO DEL DECANO




ING. ALBERTO MANZUR HANNA

DECLARACIÓN EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD DEL CONTENIDO, IDEAS Y DOCTRINAS DE ESTA TESINA DE GRADO, ME CORRESPONDE EXCLUSIVAMENTE; Y EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA A LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL).



JOSE LUIS PATIÑO VELEZ

RESUMEN

El trabajo realizado a continuación se resume de la siguiente manera:

1. Breve introducción y descripción del problema en el que se determina la razón de la elaboración de este trabajo, objetivo del mismo y en base a qué elementos se lo realiza
2. Marco y fundamento legal existente para exponer el problema basándonos en las normas internacionales de seguridad y en la legislación ecuatoriana tomada del Código de Riesgos del Trabajo
3. Marco Teórico.- Detalla el riesgo eléctrico, peligros, causas para la implementación de seguridad eléctrica en generadores, transformador y motores eléctricos.
4. Metodología de las aplicaciones.- Determina cual es el método que se utiliza en este trabajo para determinar los riesgos existentes respecto a la seguridad de personas y bienes motivo de este trabajo.
5. Análisis de falla.- Menciona el análisis de la matriz de riesgo y detalla los casos ocurridos en el desarrollo de las actividades diarias, las posibles causas de estos eventos y la gravedad de la falla.

- 6. Evaluación de Riesgos.-** La matriz de riesgos nos presenta una evaluación del riesgo acorde a la gravedad de la falla, lo que nos permite tener una visión clara del nivel de riesgo para tomar las precauciones y anticipar el posible accidente que pueda ocurrir. Si bien es cierto, siempre existe la posibilidad de un accidente, y se vive continuamente bajo un nivel de riesgo, pero podemos minimizar el efecto dando soluciones y previniendo en lo posible cualquier causa de accidente o falla. El trabajo realizado tiene como motivo principal dar una visión clara del nivel de riesgo al que se está sometido cuando se trabaja con electricidad en equipos eléctricos en la industria, para precautelar y anticipar la seguridad de las personas y personal técnico que trabajan en el medio eléctrico industrial, así también realizar las maniobras y operaciones eléctricas de los equipos motivo de este trabajo de la manera mas segura posible, conscientes del nivel de riesgo al que se está expuesto. La conclusión técnica de este estudio es el análisis del nivel de riesgo de los equipos en mención a través de una matriz de riesgos, la que considera todos los parámetros posibles para realizar una implementación de seguridad de equipos eléctricos en la industria.
- 7. Conclusiones y Recomendaciones.-** Determinan una visión clara del problema y definen un análisis concreto en el que se dan recomendaciones sencillas y claras de prevención de fallas, con el objetivo de minimizar al máximo los riesgos y evitar accidentes o eventos no deseados.

INDICE GENERAL

| | |
|--|--------------|
| RESUMEN | VI |
| INDICE GENERAL | VIII |
| ABREVIATURAS | XV |
| DEFINICIONES | XVI |
| INDICE DE FIGURAS | XXV |
| INDICE DE TABLAS | XXVI |
| INTRODUCCION | XXVII |
| DESCRIPCION DEL PROBLEMA | XXVII |
| OBJETIVO | XXX |
| CAPITULO 1: EL MARCO LEGAL | 1 |
| 1.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL | 1 |
| 1.2 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT) | 2 |
| 1.3 INSTITUTO NACIONAL DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL (NIOSH) | 3 |
| 1.4 ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (OSHA) | 3 |
| 1.5 INSTITUTO NACIONAL ESTADOUNIDENSE DE ESTÁNDARES (ANSI) | 4 |
| 1.6 LEGISLACIÓN ECUATORIANA | |

| | | |
|-----|---|----------|
| | CODIFICACIÓN DEL CÓDIGO DEL TRABAJO, 1997 | |
| | TITULO IV - DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO – ANEXO 1 | |
| | DECRETO 2393 DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y | |
| | SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL | |
| | MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO | 5 |
| 1.7 | NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005 | 6 |
| 1.8 | NFPA 70.- CODIGO NACIONAL ELECTRICO EDICION 2002... 6 | |
| 1.9 | STANDARS NEMA (National Electrical Manufacturers | |
| | Association E.U.A.) | 6 |
| | CAPITULO 2: EL MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1 | GESTIÓN DEL RIESGO | 7 |
| 2.2 | IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS | 8 |
| | 2.2.1 ANÁLISIS DE FALLOS Y ACCIDENTES EN EQUIPOS | |
| | DINÁMICOS | 9 |
| | 2.2.2 PHA (ANÁLISIS DE PELIGROS DE PROCESO)..... | 10 |
| | 2.2.3 EXPERIENCIA OPERATIVA | 11 |
| 2.3 | VALORACIÓN DEL RIESGO | 12 |
| 2.4 | CLASIFICACION DE LOS FACTORES DE RIESGOS..... | 13 |
| | 2.4.1 FISICOS | 13 |
| | 2.4.2 QUIMICOS | 13 |
| | 2.4.3 BIOLÓGICOS | 14 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.4.4 | ERGONOMICOS | 14 |
| 2.4.5 | MECANICOS | 15 |
| 2.4.6 | ELECTRICOS | 15 |
| 2.4.7 | FISICO-QUIMICOS | 16 |
| 2.4.8 | PSICOSOCIALES | 16 |
| 2.4.9 | ADMINISTRATIVOS | 17 |
| 2.4.10 | PÚBLICOS | 17 |
| 2.5 | ANÁLISIS DE RIESGOS ELÉCTRICOS | 18 |
| 2.5.1 | UMBRAL DE PERCEPCIÓN | 18 |
| 2.5.2 | UMBRAL DE REACCIÓN | 18 |
| 2.5.3 | UMBRAL DE NO SOLTAR | 19 |
| 2.5.4 | UMBRAL DE FIBRILACIÓN VENTRICULAR..... | 19 |
| 2.5.5 | EFFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL CUERPO HUMANO | 20 |
| 2.5.6 | IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO..... | 22 |
| 2.5.7 | APLICACIÓN DEL FACTOR DE CORRIENTE DE CORAZÓN (F) | 23 |
| 2.5.8 | TENSIÓN APLICADA | 26 |
| 2.6 | EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO..... | 27 |
| 2.6.1 | INTENSIDAD Y TIEMPO DE CONTACTO DE LA CORRIENTE ELECTRICA | 30 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.6.2 | LESIONES POR LA ELECTRICIDAD | 31 |
| CAPITULO 3: LA METODOLOGÍA DE APLICACIONES | | 32 |
| 3 | TÉCNICA DE ANÁLISIS DE RIESGO | 32 |
| 3.1 | TECNICAS PARA LA IDENTIFICACION DE PELIGROS | |
| | IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN LA INDUSTRIA..... | 32 |
| 3.2 | MATRIZ DE RIESGO | 32 |
| 3.3 | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | 34 |
| 3.4 | FACTORES DE RIESGO ELECTRICO MÁS COMUNES..... | 38 |
| 3.5 | MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR EN SITUACIONES | |
| | DE ALTO RIESGO O PELIGRO INMINENTE..... | 41 |
| 3.6 | NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES | 42 |
| CAPITULO 4: ANÁLISIS DE FALLA | | 44 |
| 4 | ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE RIESGO EN RELACIÓN AL RIESGO | |
| | ELECTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEGURIDAD DE | |
| | EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA INDUSTRIA - MATRIZ DE | |
| | IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE | |
| | RIESGOS | 44 |
| 4.1 | GENERADORES O GRUPOS ELECTRÓGENOS..... | 45 |
| 4.1.1 | GENERALIDADES | 45 |
| 4.1.2 | MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y | |
| | CONTROL DE RIESGOS.- FACTORES DE RIESGO ELECTRICO | |

| | |
|---|-----------|
| LISTADO DE INCIDENTES EN UN GENERADOR..... | 47 |
| 4.1.2.1 FACTORES FÍSICOS | 47 |
| 4.1.2.2 FACTORES MECÁNICOS | 51 |
| 4.1.2.3 FACTORES ELECTRICOS | 55 |
| 4.1.2.4 FACTORES QUIMICOS | 62 |
| 4.1.2.5 FACTORES ERGONÓMICOS | 63 |
| 4.1.2.6 FACTORES PSICOSOCIALES | 65 |
| 4.1.2.7 FACTORES DE RIESGOS MAYORES | 68 |
| 4.2 TRANSFORMADORES | 70 |
| 4.2.1 INTRODUCCION | 70 |
| 4.2.2 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE RIESGOS - FACTORES DE RIESGO ELECTRICO. LISTADO DE INCIDENTES EN UN TRANSFORMADOR..... | 72 |
| 4.2.2.1 FACTORES FÍSICOS | 72 |
| 4.2.2.2 FACTORES MECÁNICOS | 76 |
| 4.2.2.3 FACTORES ELECTRICOS | 80 |
| 4.2.2.4 FACTORES QUIMICOS | 86 |
| 4.2.2.5 FACTORES ERGONÓMICOS | 88 |
| 4.2.2.6 FACTORES PSICOSOCIALES | 89 |
| 4.2.2.7 FACTORES DE RIESGOS MAYORES. | 93 |

| | | | |
|------------|--|-------|-------|
| 4.3 | MOTORES ELECTRICOS | ..... | 95 |
| 4.3.1 | INTRODUCCIÓN | ..... | 95 |
| 4.3.2 | MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE RIESGOS - FACTORES DE RIESGO ELECTRICO - LISTADO DE INCIDENTES EN UN MOTOR ELECTRICO .. | ..... | 97 |
| 4.3.2.1 | FACTORES FÍSICOS | ..... | 97 |
| 4.3.2.2 | FACTORES MECÁNICOS | ..... | 101 |
| 4.3.2.3 | FACTORES ELECTRICOS | ..... | 104 |
| 4.3.2.4 | FACTORES QUIMICOS | ..... | 110 |
| 4.3.2.5 | FACTORES ERGONÓMICOS | ..... | 111 |
| 4.3.2.6 | FACTORES PSICOSOCIALES | ..... | 113 |
| 4.3.2.7 | FACTORES DE RIESGOS MAYORES | ..... | 117 |
| | CAPITULO 5: EVALUACIÓN DE RIESGOS | ..... | 119 |
| 5.1 | EVALUACIÓN DE MATRIZ DE RIESGO Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES | ..... | 119 |
| | MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE RIESGOS | ..... | 119-A |
| | GESTIÓN PREVENTIVA DEL GENERADOR | ..... | 119-B |
| | GESTION PREVENTIVA DEL TRANSFORMADOR..... | ..... | 119-C |

| | |
|---|-------|
| GESTION PREVENTIVA DEL MOTOR ELECTRICO..... | 119-D |
|---|-------|

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

LEGISLACIÓN ECUATORIANA

CODIFICACIÓN DEL CÓDIGO DEL TRABAJO, 1997

TITULO IV - DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

FR: Factores de riesgo

NC 18000: 2005. Norma Cubana de salud y seguridad en el trabajo.

OMS: Organización Mundial de la Salud

CNE: Comisión Nacional de Energía

NTC 4120: Norma Técnica Colombiana. Umbral de soltar

IEC: International Electrotechnical Commission

IEC 60479-2: Norma referente al efecto de la corriente en los seres humanos

EPP's: Equipos de protección personal

DEFINICIONES

ADVERTENCIA: Riesgo o práctica no segura que puede causar graves lesiones personales, muerte o daños substanciales a la propiedad.

ACCIDENTE.- Evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, que da por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental.

AISLANTE: Material que impide la propagación de algún fenómeno o agente físico. Material de tan baja conductividad eléctrica, que puede ser utilizado como no conductor.

ALTO RIESGO: Entiéndase como alto riesgo, aquel riesgo cuya frecuencia esperada de ocurrencia y gravedad de sus efectos puedan comprometer fisiológicamente el cuerpo humano, produciendo efectos como quemaduras, impactos, paro cardíaco, fibrilación, u otros efectos físicos que afectan el entorno de la instalación eléctrica, como contaminación, incendio o explosión.

ANÁLISIS DE RIESGOS: Conjuntos de técnicas para definir, clasificar y evaluar los factores de riesgo y la adopción de las medidas para su control.

ARCO ELECTRICO: Canal conductivo ocasionado por el paso de una gran carga eléctrica, que produce gas caliente de baja resistencia eléctrica y un haz luminoso.

AVISO DE SEGURIDAD: Advertencia de prevención o actuación, fácilmente visible, utilizada con el propósito de informar, exigir, restringir o prohibir una actuación.

CARGA: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

CARGABILIDAD: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

CONDICION INSEGURA: Circunstancia potencialmente riesgosa que está presente en el ambiente de trabajo.

CONFIABILIDAD: Capacidad de un dispositivo, equipo o sistema para cumplir una función requerida, en unas condiciones y tiempo dados. Equivale a fiabilidad.

CONTACTO DIRECTO: Es el contacto de personas o animales con conductores activos de una instalación eléctrica.

CONTACTO INDIRECTO: Es el contacto de personal o animales con elementos puestos accidentalmente bajo tensión o el contacto con cualquier parte activa a través de un medio conductor.

CONTAMINACIÓN: Liberación artificial de sustancias o energía hacia el entorno y que puede causar efectos adversos en el ser humano, otros organismos vivos, equipos o el medio ambiente.

CORRIENTE DE CONTACTO: Corriente que circula a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión.

CORTOCIRCUITO: Fenómeno eléctrico ocasionado por una unión accidental o intencional de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

DAÑO: Consecuencia material de un accidente.

DESCARGA DISRUPTIVA: falla de un aislamiento bajo un esfuerzo eléctrico, por superarse un nivel de tensión superado que hace circular una corriente. Se aplica al rompimiento del dieléctrico en sólidos, líquidos o gases y a la combinación de estos.

DISTANCIA DE SEGURIDAD: Es la mínima distancia entre una línea energizada y una zona donde se garantiza que no habrá un accidente por acercamiento.

ECOLOGÍA: Ciencia que trata las relaciones de los organismos entre sí y con el medio ambiente que los rodea.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA: Una forma de energía eléctrica o el estudio de cargas eléctricas en reposo.

ELECTROCUCIÓN: Paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo.

EMERGENCIA: Situación que se presenta por un hecho accidental y que requiere suspender todo trabajo para atenderla.

EQUIPOTENCIALIZAR: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados.

EXPLOSION: Expansión rápida y violenta de una masa gaseosa que genera una onda de presión que puede afectar sus proximidades.

EXTINTOR: Aparato autónomo, que contiene un agente para apagar el fuego, eliminando el oxígeno.

FALLA: Degradación de componentes. Alteración intencional o fortuita de la capacidad de un sistema, componente o persona, para cumplir una función requerida.

FIBRILACION VENTRICULAR: Contracción espontánea e incontrolada de las fibras del músculo cardiaco, causada entre otros, por una electrocución.

FUEGO CLASE C: El originado en equipos eléctricos energizados.

GENERADOR: Persona natural o jurídica que produce energía eléctrica, que tiene por lo menos una central o unidad generadora. También significa equipo de generación de energía eléctrica.

IGNICIÓN: Acción de originar una combustión.

IGNÍFUGA.- Que protege contra el fuego.

IMPACTO AMBIENTAL: Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes del mismo.

IMPERICIA: Falta de habilidad para desarrollar una tarea.

INCENDIO: Es todo fuego incontrolado.

INFLAMABLE: Material que se puede encender y quemar rápidamente.

LIMITE DE APROXIMACIÓN SEGURA: Es la distancia mínima desde un punto energizado del equipo, hasta la cual el personal no calificado puede situarse sin riesgo por arco eléctrico.

LÍMITE DE APROXIMACIÓN RESTRINGIDA: Es la distancia mínima hasta la cual el personal calificado puede situarse sin llevar los elementos de protección personal certificados contra riesgos por arco eléctrico.

LIMITE APROXIMACIÓN TÉCNICA: Es la distancia mínima en la cual solo el personal calificado que lleva elementos de protección personal certificados contra arco eléctrico realiza trabajos en la zona de influencia directa de las partes energizadas de un equipo.

MANIOBRA: Conjunto de procedimientos tendientes a operar una red eléctrica en forma segura.

NECROSIS ELÉCTRICA: Tipo de quemadura producida por alta tensión.

NIVEL DE RIESGO: Valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio.

NORMA: Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

NORMAS DE SEGURIDAD: Toda acción encaminada a evitar un accidente.

NORMA INTERNACIONAL: Documento emitido por una organización internacional de normalización de normalización, que se pone a disposición del público.

NORMA TÉCNICA: Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que suministra, para uso común y repetido, reglas,

directrices y características para las actividades o sus resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado. Las normas técnicas se deben basar en los resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado. Las normas técnicas se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos para la comunidad.

PARARRAYOS: Elemento metálico resistente a la corrosión, cuya función es interceptar los rayos que podrían impactar directamente sobre la instalación a proteger. Más técnicamente se denomina terminal de captación.

PCB: Bifenilo policlorado, aquellos clorobifenilos que tienen la fórmula molecular $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ donde n es mayor que 1. Conocido comúnmente como Askarel.

PELIGRO: Exposición incontrolada a un riesgo.

PERSONA CALIFICADA: Persona Natural que en virtud de certificados expedidos por entidades competentes, títulos académicos o experiencia, demuestre su formación profesional en electrotecnia y riesgos asociados a la electricidad, y además cuente con matrícula profesional vigente que lo acredite para el ejercicio de la profesión.

PREVENCIÓN: Evaluación predictiva de los riesgos y sus consecuencias. Conocimiento a priori para controlar los riesgos. Acciones para eliminar la probabilidad de un accidente.

PREVISIÓN: Anticipación y adopción de medidas ante la posible ocurrencia de un suceso, en función de los indicios observados y de la experiencia.

PUESTA A TIERRA: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

PUNTO CALIENTE: Punto de conexión que este trabajando a una temperatura por encima de la normal, generando pérdidas de energía y a veces, riesgo de incendio.

RAYO: La descarga eléctrica atmosférica o más comúnmente conocida como rayo, es un fenómeno físico que se caracteriza por una transferencia de carga eléctrica de una nube hacia la tierra, de la tierra hacia la nube, entre dos nubes, al interior de una nube o de la nube hacia la ionosfera.

RESGUARDO: Medio de protección que impide o dificulta el acceso de las personas o sus extremidades, a una zona de peligro.

RIESGO: Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Posibilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN: Posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través de un ser vivo.

SEÑALIZACIÓN: Conjunto de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación

SOBRECARGA: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

SOBRETENSIÓN: Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

TENSIÓN A TIERRA: Para circuitos puestos a tierra, la tensión entre un conductor dado y el conductor del circuito puesto a tierra o a la puesta a tierra, para circuitos no puestos a tierra, la mayor tensión entre un conductor dado y algún otro conductor del circuito.

TENSIÓN DE CONTACTO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo.

TENSIÓN DE PASO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro).

TETANIZACIÓN: Rigidez muscular producida por el paso de una corriente eléctrica.

TOXICIDAD: Efecto venenosos producido por un período de exposición a gases, humos o vapores y que puede dar lugar a un daño fisiológico o la muerte.

TRABAJO: Actividad vital del hombre, social y racional, orientada a un fin y un medio de plena realización.

TRABAJOS EN TENSIÓN: Métodos de trabajo, en los cuales un operario entra en contacto con elementos energizados o entra en la zona de influencia directa del

campo electromagnético que este produce, bien sea con una parte de su cuerpo o con herramientas, equipos o los dispositivos que manipula.

UMBRAL: Nivel de una señal o concentración de un contaminante, comúnmente aceptado como de no daño al ser humano.

UMBRAL DE PERCEPCIÓN: Valor mínimo de corriente a partir de la cual es percibida por el 99.5% de los seres humanos. Se estima 1n 1,1 miliamperios para los hombres en corriente alterna a 60 Hz.

UMBRAL DE REACCIÓN: Valor mínimo de corriente que causa contracción muscular involuntaria.

UMBRAL DE SOLTAR O CORRIENTE LIMITE: Es el valor máximo de corriente que permite la separación voluntaria de un 99.5% de las personas, cuando sujetando un electrodo bajo tensión con las manos, conserva la posibilidad de soltarlo, mediante la utilización de los mismos músculos que están siendo estimulados por la corriente. Se considera como la máxima corriente segura y se estima en 10 mA para hombres, en corriente alterna.

VIDA ÚTIL: Tiempo durante el cual un bien cumple la función para la que fue concebido. Interrelación segura con el entorno.

INDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------------|--|------|
| Figura 1.- | Fases de un proceso considerando el destino y uso de la seguridad | XXIX |
| Figura 2.- | Efectos de la corriente sobre el cuerpo humano | 20 |
| Figura 3.- | Valores medios de la resistencia en distintos puntos del cuerpo humano | 23 |
| Figura 4.- | Aplicación de voltaje y paso de la corriente | 24 |
| Figura 5.- | Macroshock | 25 |
| Figura 6.- | Probabilidad de aparición de distintos efectos al paso de la corriente eléctrica por el organismo | 30 |
| Figura 7.- | Factores de riesgos eléctricos más comunes | 41 |
| Figura 8.- | Tablero de transferencia | 45 |
| Figura 9.- | Generador | 46 |
| Figura 10.- | Cuarto de Generador | 46 |
| Figura 11.- | Transformadores de distribución | 70 |
| Figura 12.- | Transformadores de distribución | 72 |
| Figura 13.- | Motor eléctrico trifásico | 96 |
| Figura 14.- | Partes y despiece de un motor eléctrico | 96 |

INDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabla 1. - | Factor de corriente de corazón para diferentes trayectos de corriente | 26 |
| Tabla 2. - | Efectos de la corriente sobre la piel | 29 |
| Tabla 3. - | Relación intensidad-efectos fisiológicos de la corriente eléctrica | 31 |
| Tabla 4. - | Matriz de Riesgo | 33 |
| Tabla 5. - | Matriz de Consecuencias | 34 |
| Tabla 6.- | Matriz de Probabilidad | 35 |
| Tabla 7.- | Matriz de Vulnerabilidad al Riesgo | 35 |
| Tabla 8.- | Matriz de Condición de Riesgo | 36 |
| Tabla 9.- | Matriz de Valor de Riesgo | 36 |
| Tabla 10.- | Cualificación o estimación del riesgo-método del triple criterio | 44 |

INTRODUCCION

El uso de la electricidad forma parte de nuestras actividades diarias, en nuestro hogar, en el trabajo, en la industria, etc., el mundo actual se mueve y avanza hacia nuevos rumbos gracias a la electricidad, la misma que nos aporta innumerables descubrimientos y beneficios en nuestra vida cotidiana. El avance de la tecnología esta directamente integrada y relacionada con la electricidad, pero todas estas aplicaciones de la vida actual pueden presentar riesgos de accidentes eléctricos sobre las personas, animales y bienes, lo que nos obliga a familiarizarnos y a educar al usuario de la electricidad en el manejo de la misma y sobre los riesgos a los que se está expuesto al usarla de manera inadecuada, considerando además la seguridad en la instalación mecánica y operación de los equipos en consideración, para prevenir y evitar accidentes con una capacitación preventiva y utilizando una protección adecuada.

DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Los riesgos relacionados con la generación, transporte y uso de la energía eléctrica, pueden provocar accidentes mortales debido a las descargas que se producen por contacto directo o indirecto de las personas con partes eléctricas bajo tensión. En estudios realizados sobre accidentes por descargas eléctricas, se demuestra que, en la mayoría de los casos los medios de protección no fueron suficientemente eficaces

para garantizar la seguridad de las personas o no fueron correctamente aplicados, incluso con el paso del tiempo la capacidad protectora de los implementos usados había disminuido.

En este tipo de accidentes por descargas o shock eléctrico interviene siempre una gran cantidad de energía eléctrica. Esta descarga puede producirse directa o indirectamente sobre la persona causándole lesiones orgánicas en muchos casos irreversibles y en la peor condición la muerte.

Para poder prevenir estos accidentes es necesario adoptar medidas de protección adecuadas a los posibles riesgos que puedan presentarse. Estas medidas dependen de un adecuado análisis del riesgo e instrucción para que el usuario haga de la seguridad una forma de vida aplicada a su trabajo, y de la acertada elección de las soluciones, recomendaciones y del uso de los elementos preventivos adecuados, de tal manera que las instalaciones eléctricas de acuerdo con su nivel de riesgo acorde a su tensión de trabajo, tipo de instalación y emplazamiento, sean un medio confiable y seguro.

La ingeniería de seguridad aplicada a los riesgos eléctricos, tiene por objeto reducir al máximo el nivel de riesgo, y lo más adecuado es actuar correctamente cumpliendo todas las normas relacionadas desde el inicio de las diferentes fases de un proceso hasta la culminación del mismo.

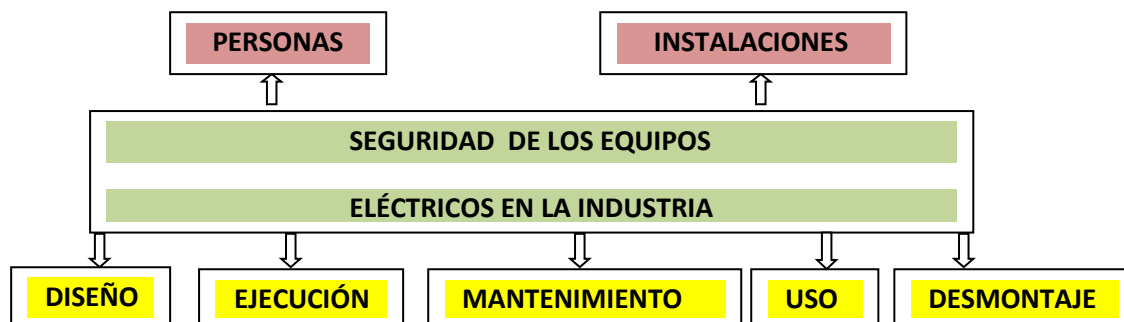


Figura 1.- Fases de un proceso considerando el destino y uso de la seguridad

En la actualidad la industria se involucra y compromete en la gestión de optimizar cada uno de sus procesos tratando de reducir y controlar las pérdidas, mas aun cuando las pérdidas son causadas por accidentes, falta de aplicación de normativas o por la falta de información necesaria para la implementación de estas.

Toda empresa debe contar con la elaboración de una implementación de seguridad, encaminada a evaluar y controlar los riesgos eléctricos en el montaje, mantenimiento y de operación de los equipos eléctricos, sin dejar de considerar que existen riesgos paralelos tales como los mecánicos, físicos, químicos y hasta ergonómicos en una instalación, por lo que deben establecerse métodos y formatos referenciales apegados al cumplimiento de las Normas, y seguir el procedimiento con el fin de obtener seguridad, confiabilidad y minimizar el riesgo eléctrico en todos los equipos y procesos.

El contar con la implementación de seguridad de los equipos eléctricos generado a partir de la aplicación de este trabajo, está encaminado a establecer las condiciones y garantías, que deben reunir ciertos equipos en una Planta Industrial para minimizar el riesgo eléctrico, considerando una gestión de riesgo cuyo objetivo se fundamenta en realizar el control y desempeño seguro y correcto de los operadores, personal técnico y en general, protegiendo principalmente la integridad y salud de los mismos, en función de los equipos eléctricos manejados dentro de una industria, para lograr la máxima confiabilidad y eficiencia en las labores realizadas.

OBJETIVO

En el siguiente trabajo vamos a establecer un estudio en base a la normativa para la implementación de seguridad de equipos eléctricos en la industria, para lo cual se han considerado los siguientes equipos:

- 1.- Generadores
- 2.- Transformadores
- 3.- Motores Eléctrico

CAPITULO 1

EL MARCO LEGAL

El marco Legal determina los reglamentos y los decretos de riesgos y trabajo amparados en la ley eléctrica en base a la normativa vigente, que en relación a la seguridad de los equipos eléctricos motivo de esta tesis podemos determinar como sigue:

Para elaborar una implementación de seguridad de equipos eléctricos en la industria, me respaldo en la existencia y exigencia de una legislación internacional y local que determina los parámetros a seguir en base a las normativas, de las cuales vamos a considerar las que se detallan a continuación.

1.1 LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

La integridad de la vida y salud de los trabajadores constituye una preocupación de interés público en la que participan el gobierno y los particulares. En este sentido se han establecido una serie de directrices legales sobre los cuales deben encaminarse las Actividades de Salud Ocupacional para garantizar el mejoramiento de las condiciones de trabajo de la población laboral. El marco legal está dado por lineamientos constitucionales, convenios

internacionales, normas del Código Sustantivo del Trabajo, y por la normatividad interna en la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.

1.2 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT)

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) fue creada por el Tratado de Versalles en 1919, su sede principal está en Ginebra, Suiza, es un organismo especializado de las Naciones Unidas. La finalidad primordial de la OIT es promover oportunidades para que los hombres y las mujeres puedan conseguir un trabajo decente en condiciones de libertad, equidad, seguridad y dignidad humana. Estas normas de la OIT adoptan la forma de Convenios o Recomendaciones internacionales de trabajo. Los primeros son tratados internacionales sujetos a la ratificación de los Estados Miembros de la organización. Las recomendaciones son instrumentos no obligatorios que sirven de orientación en la materia, en los ámbitos político, legislativo y práctico. Los Convenios ratificados por ciertos países se clasifican por los siguientes temas:

1. Derechos Humanos Fundamentales
2. Empleo
3. Administración del Trabajo
4. Condiciones de Trabajo
5. Seguridad Social
6. Trabajo de los Menores
7. Categorías Especiales de Trabajadores

La OMS propone convenciones, acuerdos, regulaciones y hace recomendaciones acerca de la nomenclatura internacional de las enfermedades, causas de muerte y prácticas de salud pública. Desarrolla, establece y promueve estándares internacionales relativos a sustancias alimenticias, biológicas, farmacéuticas y similares.

1.3 INSTITUTO NACIONAL DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL (NIOSH)

Es la agencia federal establecida por el Acto de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970. Su oficina central está en Washington, D.C, es la encargada de hacer investigaciones relacionadas con todo lo que tiene que ver con las enfermedades y lesiones ocupacionales, desde la enfermedad pulmonar de mineros hasta el síndrome del túnel carpiano de usuarios de la computadora. Hace recomendaciones y disemina información sobre la prevención de enfermedades y lesiones en el trabajo. Como parte de su misión, NIOSH dirige programas en cada estado para mejorar la seguridad y salud de los trabajadores; aumenta la capacidad de los estados en asuntos de seguridad y salud ocupacional por subsidios y acuerdos cooperativos; financia investigaciones de salud y seguridad ocupacional en una gran variedad de temas en universidades y otras organizaciones; y sostiene programas de formación para la salud y seguridad ocupacional.

1.4 ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (OSHA)

Es la agencia federal establecida por el Acto de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970. Aunque NIOSH y OSHA fueron creados por el mismo acto de Congreso, son

dos agencias distintas con responsabilidades separadas. NIOSH es parte del Departamento de Salud y Recursos Humanos (DHHS) de los EEUU y es una agencia de investigaciones. OSHA es parte del Departamento de Trabajo (DOL) de los EEUU y es responsable de crear y cumplir con las reglas de seguridad y salud del lugar de trabajo. NIOSH y OSHA trabajan juntos a menudo para el objetivo común de proteger la seguridad y la salud del trabajador.

Las regulaciones de seguridad para la industria en lo referente a electricidad corresponden entre otras a los artículos:

- 1910.35- Compliance with NFPA101-2000. Life safety code
- 1910 (Subpart 5-Electrical)
- 1910.137-Electrical protective devices

1.5 INSTITUTO NACIONAL ESTADOUNIDENSE DE ESTÁNDARES (ANSI)

Es la principal organización que promueve el desarrollo de estándares tecnológicos en los Estados Unidos. ANSI trabaja con grupos de la industria y es el miembro estadounidense de la Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization, ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC).

- ANSI C57.12.00 – Requisitos Generales para Transformadores de Distribución; Fuerza, y Regulación en Aceite.

- ANSI C57.12.90 – Código de Prueba para Transformadores de Distribución, Fuerza, y Regulación en Aceite, y la Guía para Pruebas de Corto Circuito de Transformadores de Distribución y de Fuerza.

1.6 LEGISLACIÓN ECUATORIANA

Es la normativa ecuatoriana que dicta los reglamentos del código de los trabajadores a nivel nacional. Todas las empresas Ecuatorianas se rigen por este código.

- CODIFICACIÓN DEL CÓDIGO DEL TRABAJO, 1997. TITULO IV - DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO (ANEXO 1).
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD DEL TRABAJO CONTRA RIESGO EN INSTALACIONES DE ENERGÍA ELÉCTRICA DADO EN QUITO – ECUADOR, A 1 DE AGOSTO DEL 2000 R.O Nº 137,9-VIII-2000
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD DEL TRABAJO CONTRA RIESGOS E INSTALACIONES DE ENERGÍA ELECTRICA. (ACUERDO No. 13)
- DECRETO 2393.- DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO (ANEXO 2)

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.- Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o

eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

1.7 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005

SEGUNDA SECCION, SECRETARIA DE ENERGIA. Publicada en el registro oficial el lunes 13 de marzo del 2006.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION), APROBADA EN LA CUARTA SESION ORDINARIA DEL COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS, CELEBRADA EL 8 DE NOVIEMBRE DE 2005.

- TITULO 3. Principios fundamentales. (Seguridad eléctrica)

El Título 3 de esta norma establece los principios fundamentales, los cuales no están sujetos a modificaciones en función de desarrollos tecnológicos.

1.8 NFPA 70.- CODIGO NACIONAL ELECTRICO EDICION 2002.

- Chapter 2 Wiring and Protection

1.9 STANDARS N.E.M.A. (National Electrical Manufacturers Association E.U.A.)

ST-20 para requisitos de aplicaciones generales.

N.E.M.A. ST-20. Operación de transformadores, sobre los 1000 metros de altura

CAPÍTULO 2

MARCO TEORICO

Para realizar una implementación de seguridad de equipos eléctricos en la industria, tomaremos como patrón los tres equipos básicos que existen prácticamente en toda empresa: Generadores, Transformadores y Motores.

Si bien es cierto que algunos riesgos laborales, a pesar de ser imposibles de eliminar, deben ser controlados para minimizar su efecto, y en lo posible elaborar un riguroso procedimiento para evitarlos previniendo y estudiando las diversas causas posibles de su origen. En nuestro caso corresponde básicamente el estudio del riesgo eléctrico en el montaje eléctrico, mantenimiento y operación eléctrica segura de los equipos antes mencionados,

La identificación, evaluación de los peligros, riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores, constituyen una etapa esencial en la gestión de la seguridad de una empresa, lo que sustenta un mejoramiento de las condiciones de trabajo garantizando al empleado seguridad y confianza en su labor diaria.

2.1 GESTIÓN DEL RIESGO

La NC 18000: 2005 define la gestión del riesgo como: “La aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de gestión para analizar, valorar y evaluar los riesgos o un proceso mediante el cual se identifican, analizan, evalúan, controlan y financian los riesgos a que están expuestos los bienes, recursos humanos e intereses

de la entidad, la comunidad y el medio ambiente que la rodea, optimizando los recursos disponibles para ello”.

En cualquier instalación industrial que se maneje electricidad, es necesario llevar a cabo una exhaustiva gestión del riesgo consistente en la identificación sistemática de los posibles peligros, la evaluación de los riesgos y la comparación con criterios de referencia o aceptabilidad. En caso de que los riesgos identificados sean considerados superiores a los aceptables, se tomarán medidas de reducción de riesgo que van desde introducir salvaguardas técnicas y administrativas o incluso detener las actividades hasta corregir la situación peligrosa.

Para determinar el riesgo en la implementación de seguridad de los equipos eléctricos en la industria utilizaremos el método de la matriz de riesgo, el mismo que se deberá aplicar unitariamente para cada máquina o instalación considerada.

La matriz de riesgo que aplicaremos en este estudio es la matriz oficial avalada por la resolución No. 220 del Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, y la misma es la que rige obligatoriamente y nos detalla de manera general todos los riesgos a considerar en una instalación, industria o empresa que opera a nivel nacional.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

El peligro es una condición física o química que tiene el potencial de causar daños a las personas, propiedades o ambiente. La gestión del riesgo industrial requiere una sistemática búsqueda de los posibles peligros desde los más evidentes hasta aquellos que no son fácilmente identificables.

Existen numerosas técnicas para la identificación de peligros en la industria y de ellas las que se consideran más adecuadas para los procesos industriales en los que intervienen equipos dinámicos son:

- El Análisis de Fallos y Accidentes
- Los PHA (Process Hazard Analysis)
- El aprovechamiento de la experiencia operativa.

2.2.1 ANÁLISIS DE FALLOS Y ACCIDENTES EN EQUIPOS DINÁMICOS

Podemos definir el fallo como el fin o la degradación de una habilidad necesaria para que la máquina o equipo cumpla con sus funciones. Esto incluye:

- Fallo completo del equipo.
- Fallo de un parte del equipo que provoca la inhabilitación de la máquina por una acción correctiva.
- Detección de un fallo durante una inspección o mantenimiento preventivo que requiere su posterior reparación.
- Fallo en la seguridad del mecanismo o control que necesita ser cerrado o reducir su capacidad por debajo de unos límites específicos.

Debemos clasificar los fallos en dos grandes grupos:

- Fallos externos a la máquina o fallos originados en el proceso.
- Fallos internos a la máquina.

Los fallos externos, son lo que se producen en las máquinas por variaciones del régimen de trabajo motivadas por desviaciones excesivas de los parámetros del

proceso en los que están trabajando y que se podrían considerar como externos a la máquina. Estas variaciones de los parámetros de proceso generan consecuencias indeseadas dando lugar a fallos eléctricos que pueden causar daños a las personas, instalaciones y medio ambiente

Por otro lado, existen también los fallos propios de la máquina, que no son causados por las condiciones del proceso y que denominaremos fallos internos a la máquina.

Cuando se dan estos fallos bajo cualquier condición y se realiza un programa responsable de seguridad se identifican las causas y se aplican también los correctivos y las salvaguardas necesarias para reducir los riesgos a niveles aceptables.

2.2.2 PHA (ANÁLISIS DE PELIGROS DE PROCESO)

El término PHA se corresponde con las siglas en inglés de Process Hazard Analysis, (Análisis de los Peligros de Proceso). Engloba una serie de técnicas que permiten la adecuada detección de peligros, así como la posterior valoración cualitativa y/o cuantitativa de los riesgos presentes en cualquier proceso, a fin de minimizarlos o, en su defecto, controlarlos.

Dentro de las técnicas mas utilizadas para la conducción de estudios PHA se podemos destacar:

- **FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)**

Es una técnica formal usada para identificar posibles fallos en un proceso, evaluar la magnitud de las consecuencias e identificar recomendaciones para reducir la severidad de las mismas.

El uso temprano y constante de FMEA en el proceso del diseño permite que el ingeniero diseñe fuera de faltas y produzca productos confiables, seguros, para el cliente. FMEA también captura la información histórica para el uso en la mejora futura del producto.

El FMEA es un documento vivo y actualizado a las condiciones a través del ciclo de desarrollo del producto, cambio y realización de actualizaciones sobre el producto y el proceso. Estos cambios pueden e introducen a menudo nuevos modos de fallo, que se deben seguir analizando.

- **HAZOP (HAZard and OPerativity analysis)**

El estudio HAZOP es una técnica estructurada y sistematizada de análisis de riesgos que permite identificar peligros potenciales y problemas operacionales en procesos químicos, generalmente documentados a través de diagramas de procesos e instrumentos (P&IDS. *Acrónimo de la expresión inglesa "Pipe & Instrumentation Diagram". Con esta expresión se designan a los planos que representan, sin escala, el proceso químico y sus elementos de control automático).*

2.2.3 EXPERIENCIA OPERATIVA

La experiencia operativa se basa principalmente en la habilidad de los operarios de la planta de prever y solucionar una posible situación peligrosa, en base a los

conocimientos adquiridos en sus años de trabajo en la planta o unidad concreta dentro de la industria y las consecuencias producidas en anteriores ocasiones por los fallos producidos, para ser capaz de actuar de una manera eficiente ante cualquier situación.

2.3 VALORACIÓN DEL RIESGO

El riesgo es una medida de la probabilidad de ocurrencia y de las consecuencias de un efecto indeseable. Las organizaciones tienen la obligación legal, moral y financiera de limitar el riesgo que implican sus operaciones. Si bien los métodos mencionados concentran los esfuerzos en la identificación de peligros, surge la necesidad de valorar hasta que punto estos peligros pueden manifestarse de manera más o menos probable, así como la magnitud de los daños o consecuencias que las mismas puedan producir. A esta acción se le denomina: "Evaluación del Riesgo" asociado al peligro identificado.

Los principales receptores del riesgo en una industria son:

- Personal
- Medio Ambiente
- Equipos (Daño a la propiedad)
- Interrupción del negocio
- Responsabilidad del negocio
- Imagen de la empresa
- Pérdida de mercado

Una vez identificado los peligros, las posibles consecuencias de su materialización y las salvaguardas que previenen o mitigan dichas consecuencias, es necesario calcular los riesgos y compararlos con un criterio de referencia.

2.4 CLASIFICACION DE LOS FACTORES DE RIESGOS.

FACTORES DE RIESGO.

1. Físicos
2. Químicos
3. Biológicos
4. Ergonómicos
5. Mecánicos
6. Eléctricos
7. Físico-Químicos
8. Psicosociales

2.4.1 FÍSICOS.- Se clasifican aquí los factores ambientales de naturaleza física, que cuando entran en contacto con las personas pueden tener efectos nocivos sobre su salud dependiendo de su intensidad y exposición. Detallados como:

Ruido, Vibración, Iluminación, Temperaturas Extremas (Frío, Calor), Radiaciones (ionizantes y no ionizantes), Presiones Atmosférica, Electricidad (Descargas eléctricas).

2.4.2 QUÍMICOS.- Están constituidos por elementos y sustancias que al entrar en contacto con el organismo, mediante inhalación absorción cutánea o

ingestión, pueden provocar intoxicación, quemaduras, irritaciones o lesiones sistémicas, dependiendo del grado de concentración y el tiempo de exposición. De acuerdo con sus efectos en el organismo pueden ser irritantes, asfixiantes, anestésicos y narcóticos, tóxicos, sistémicos, productores de neumoconiosis, productores de alergias y cancerígenos. De acuerdo con el estado físico en que se encuentran pueden ser: Polvos, Humos, Neblinas, Gases y Vapores, Líquidos, Sólidos.

2.4.3 BIOLÓGICOS.- Están constituidos por un conjunto de microorganismos, toxinas, secreciones biológicas, tejidos y órganos corporales humanos, animales y vegetales, presentes en determinados ambientes laborales, que al entrar en contacto con el organismo pueden desencadenar enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o también intoxicaciones. Son susceptibles de encontrarse en los servicios sanitarios, cocinas, comedores, vestuarios, depósitos de materias primas de origen animal o vegetal y en sus procesos, desechos líquidos y sólidos y los instrumentos de atención en Salud. Se clasifican entonces en: Virus, Bacterias, Hongos, Parásitos.

2.4.4 ERGONOMICOS.- Aquí se consideran todos aquellos elementos relacionados con la carga física de trabajo, con las posturas de trabajo, con los movimientos, con los esfuerzos para el movimiento de cargas y en general aquellos que pueden provocar fatiga física o lesiones en el sistema osteomuscular. Detallados como: Posturas inadecuadas, sobreesfuerzos, Movimientos forzados,

Dimensiones inadecuadas, Distribución del espacio, Organización del trabajo, Trabajos prolongados de pie, Trabajos prolongados con flexiones de miembros superiores e inferiores, Plano de trabajo inadecuado, Controles de mando mal ubicado o mal diseñado, Mostradores mal ubicados o mal diseñados.

2.4.5 MECANICOS.- Estos factores de riesgo se encuentran en gran cantidad de partes de una empresa, ya que son derivados de aspectos como diseño, tamaño, velocidad de operación, modelo del equipo, prototipo tecnológico, procedencia geográfica, forma como fue instalado, tipo de mantenimiento, etc. Así como el diseño, construcción, funcionamiento y mantenimiento de locales de trabajo, instalaciones y servicios. Ejemplos de Riesgos Mecánicos: Herramientas defectuosas, máquinas sin protección, equipo defectuoso o sin protección, vehículos en mal estado, falta de señalización, falta de orden y aseo, almacenamiento inadecuado, superficies de trabajo defectuosas, escaleras y rampas inadecuadas, andamios inseguros, techos defectuosos, arrumes elevados, cargas o apilamientos no trabados, cargas apoyadas contra muros.

2.4.6 ELECTRICOS.- Los factores de riesgo eléctricos se refieren a los sistemas eléctricos de las máquinas y a los equipos que conducen o generan energía dinámica o estática y que al “entrar en contacto con las personas” por deficiencias técnicas o humanas pueden provocar lesiones, según sea la intensidad y el tiempo de contacto con la corriente. Estos riesgos se dan cuando se opera, se está en el área de trabajo o en el rango de acción de los siguientes parámetros:

- Alta, media y baja tensión
- Generación: alta, media y baja tensión
- Transmisión: alta, media y baja tensión
- Distribución: alta, media y baja tensión
- Electricidad Industrial
- Electricidad estática

Los factores de riesgo más comunes son: Arco eléctrico, rayos y descargas atmosféricas, contactos directos, contactos indirectos, cortocircuitos, electricidad estática, equipo eléctrico defectuoso, sobrecarga, tención de contacto, tensión de paso.

2.4.7 FISICO-QUIMICOS.- Abarca todos aquellos objetos, materiales combustibles, sustancias químicas y fuentes de calor que bajo ciertas circunstancias de inflamabilidad o combustibilidad pueden desencadenar incendios y explosiones.

- Producción de chispas
- Almacenamiento o manejo inadecuado de sólidos y líquidos inflamables
- Producción y manejo inadecuado de vapores y gases inflamables.

2.4.8 PSICOSOCIALES.- Este tipo factor de riesgo se caracteriza por encontrarse en aquellos aspectos relacionados con el proceso de trabajo y las modalidades de gestión administrativa que pueden provocar carga psíquica, lo que a su vez

puede generar como consecuencia fatiga mental, alteraciones de la conducta y reacciones de tipo fisiológico. Por Ejemplo:

Trabajo monótono, Insatisfacción con las tareas propias del oficio, Trato poco amable y cordial por parte de los jefes, Trabajar solo (sin nadie en los alrededores), Supervisión despótica, Trabajar rápido, No hay ascensos con la base en méritos, El salario no permite satisfacer las necesidades básicas.

2.4.9 ADMINISTRATIVOS.- Se refieren a la falta de políticas en salud ocupacional y a los procesos administrativos deficientes relacionados con esta problemática.

- Inducción y entrenamiento deficiente.
- Estándares (normas) y procedimientos de trabajo inadecuados.
- Carencia de estándares (normas) de seguridad.
- Carencia de subsistemas de información.
- Carencia de recursos para el control efectivo de los F.R.
- Adquisiciones sin visto bueno de salud ocupacional.
- Selección inadecuada del personal.
- Falta de programas de mantenimiento.
- Señalización inadecuada.

2.4.10 PÚBLICOS.- Son todas aquellas circunstancias ajenas a la empresa y de origen social, a las cuales se ve expuesto el trabajador por las características propias de su oficio (mensajero, vendedor...)

- Delincuencia y desorden público
- Incumplimiento de normas de tránsito

2.5 ANÁLISIS DE RIESGOS ELÉCTRICOS

A medida que el uso de la electricidad se extiende se requiere ser más exigentes en cuanto a la normalización y reglamentación. El resultado final del paso de una corriente eléctrica por el cuerpo humano puede predecirse con un gran porcentaje de certeza, si se toman ciertas condiciones de riesgo conocidas y se evalúa en que medida influyen todos los factores que se conjugan en un accidente de tipo eléctrico.

2.5.1 UMBRAL DE PERCEPCIÓN

Es el valor mínimo de la corriente que provoca una sensación en una persona, a través de la que pasa esta corriente. En corriente alterna esta sensación de paso de la corriente se percibe durante todo el tiempo de paso de la misma; sin embargo, con corriente continua solo se percibe cuando varía la intensidad, por ello son fundamentales el inicio y la interrupción del paso de la corriente, ya que entre dichos instantes no se percibe el paso de la corriente, salvo por los efectos térmicos de la misma. Generalizando, se considera un valor de 0,5 mA en corriente alterna y 2 mA en corriente continua, cualquiera que sea el tiempo de exposición.

2.5.2 UMBRAL DE REACCIÓN

Es el valor mínimo de la corriente que provoca una contracción muscular.

Depende de:

- a) Superficie del cuerpo en contacto con el electrodo ó masa electrificada
- b) Condiciones de humedad, sequedad, temperatura.
- c) Estado fisiológico del individuo. Se toma como valor general 0,5 miliamperios.

2.5.3 UMBRAL DE NO SOLTAR

Cuando una persona tiene sujetos unos electrodos, el umbral de no soltar es el valor máximo de la corriente que permite a esa persona soltarlos. En corriente alterna se considera un valor máximo de 10 miliamperios, cualquiera que sea el tiempo de exposición. En corriente continua, es difícil establecer el umbral de no soltar ya que solo el comienzo y la interrupción del paso de la corriente provocan el dolor y las contracciones musculares.

2.5.4 UMBRAL DE FIBRILACIÓN VENTRICULAR

La fibrilación ventricular consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual, deja de enviar sangre a los distintos órganos y, aunque esté en movimiento, no sigue su ritmo normal de funcionamiento. Es el valor mínimo de la corriente que puede provocar la fibrilación ventricular. En corriente alterna, el umbral de fibrilación ventricular decrece considerablemente si la duración del paso de la corriente se prolonga más allá de un ciclo cardíaco.

Adecuando los resultados de las experiencias efectuadas sobre animales, a los seres humanos se le han establecido unas curvas por debajo de las cuales no es

susceptible de producirse. La fibrilación ventricular está considerada como la causa principal de muerte por choque eléctrico.

En corriente continua, si el polo negativo está en los pies (corriente descendente), el umbral de fibrilación es de aproximadamente el doble de lo que sería si el polo positivo estuviese en los pies (corriente ascendente). Si en lugar de las corrientes longitudinales antes descritas fuese una corriente transversal, la experiencia sobre animales hace suponer que, solo se producirá la fibrilación ventricular con intensidades considerablemente más elevadas.

2.5.5 EFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL CUERPO HUMANO



Figura 2. Efectos de la corriente sobre el cuerpo humano

Fuente: www.portalbiomedico.com/seguridad-electrica-efectos-fisiologico-de-la-corriente

Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo pueden ocasionar desde lesiones físicas secundarias (golpes, caídas, etc.), hasta la muerte por fibrilación ventricular.

Una persona se electriza cuando la corriente eléctrica circula por su cuerpo, es decir, cuando la persona forma parte del circuito eléctrico, pudiendo al menos distinguir dos puntos de contacto: uno de entrada y otro de salida de la corriente. La electrocución se produce cuando dicha persona fallece debido al paso de la corriente por su cuerpo.

Por tetanización entendemos el movimiento incontrolado de los músculos como consecuencia del paso de la energía eléctrica. Dependiendo del recorrido de la corriente perderemos el control de las manos, brazos, músculos pectorales, etc. La asfixia se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio.

Otros factores fisiopatológicos tales como contracciones musculares, aumento de la presión sanguínea, dificultades de respiración, parada temporal del corazón, etc., pueden producirse sin fibrilación ventricular. Tales efectos no son mortales, son normalmente reversibles, y a menudo producen marcas por el paso de la corriente. Las quemaduras profundas pueden llegar a ser mortales. Para las quemaduras se han establecido unas curvas que indican las alteraciones de la piel humana en función de la densidad de corriente que circula por un área determinada y el tiempo de exposición a esa corriente.

2.5.6 IMPEDANCIA DEL CUERPO HUMANO

Su importancia en el resultado del accidente depende de las siguientes circunstancias: de la tensión, de la frecuencia, de la duración del paso de la corriente, de la temperatura, del grado de humedad de la piel, de la superficie de contacto, de la presión de contacto, de la dureza de la epidermis, etc. Las diferentes partes del cuerpo humano, tales como la piel, los músculos, la sangre, etc., presentan para la corriente eléctrica una impedancia compuesta por elementos resistivos y capacitivos. Durante el paso de la electricidad la impedancia de nuestro cuerpo se comporta como una suma de tres impedancias en serie:

- Impedancia de la piel en la zona de entrada.
- Impedancia interna del cuerpo.
- Impedancia de la piel en la zona de salida.

Hasta tensiones de contacto de 50 V en corriente alterna, la impedancia de la piel varía, incluso en un mismo individuo dependiendo de factores externos tales como: la temperatura, la humedad de la piel, etc., sin embargo, a partir de 50 V la impedancia de la piel decrece rápidamente, llegando a ser muy baja si la piel está perforada.

La impedancia interna del cuerpo puede considerarse esencialmente como resistiva, con la particularidad de ser la resistencia de los brazos y las piernas mucho mayor que la del tronco. Además, para tensiones elevadas la impedancia interna hace prácticamente despreciable la impedancia de la piel. Para poder comparar la

impedancia interna dependiendo de la trayectoria, en la figura 3 se indican las impedancias de algunos recorridos comparados con los trayectos mano-mano y mano-pie que se consideran como impedancias de referencia (100%).

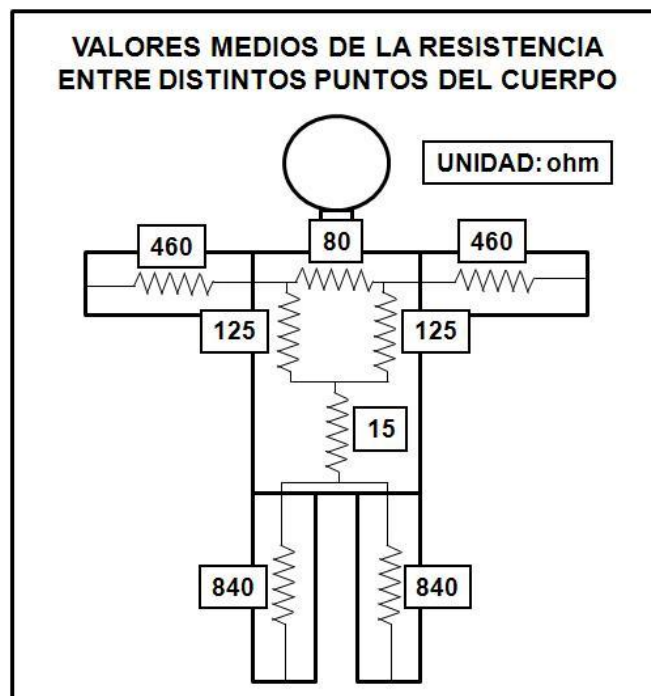


Figura 3: Valores medios de la resistencia en distintos puntos del cuerpo humano

Fuente: Diseño y proyecto de instalaciones eléctricas seguras (Rubén Roberto Levy).

2.5.7 APLICACIÓN DEL FACTOR DE CORRIENTE DE CORAZÓN (F)

El factor de corriente de corazón permite calcular las corrientes I_h para recorridos diferentes de la mano izquierda a los dos pies, que representan el mismo peligro de

fibrilación ventricular que corresponden a la corriente de referencia, I_{ref} , entre mano izquierda y los dos pies, indicado a continuación:

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F}$$

Donde:

I_{ref} : es la corriente de la mano izquierda a los dos pies.

I_h : es la corriente que pasa por el cuerpo para los trayectos indicados en la tabla A

F : es el factor de corriente de corazón indicado en la tabla A. (Tabla 1)

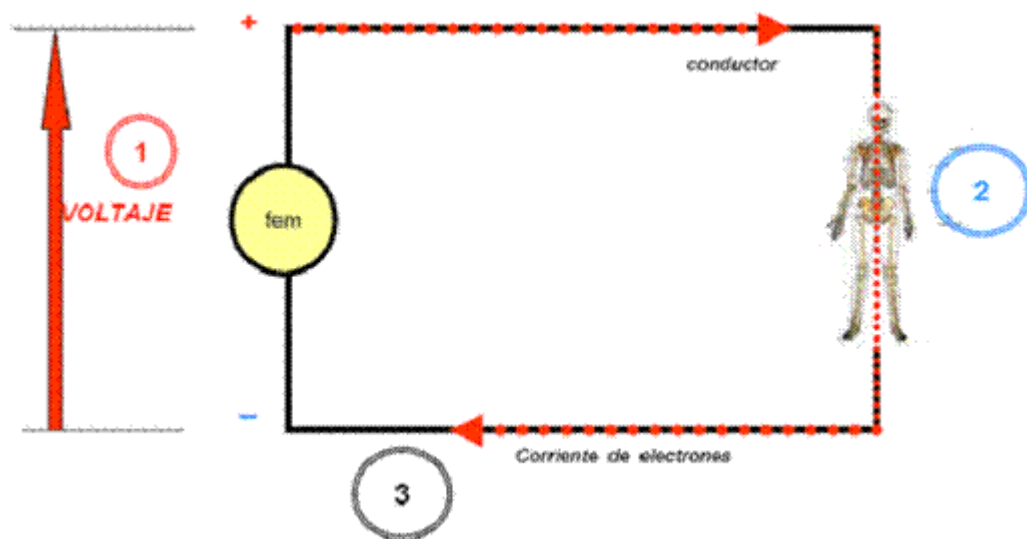


Figura 4: Aplicación de voltaje y paso de la corriente.

Fuente: www.portalbiomedico.com/seguridad-electrica-efectos-fisiologico-de-la-corriente

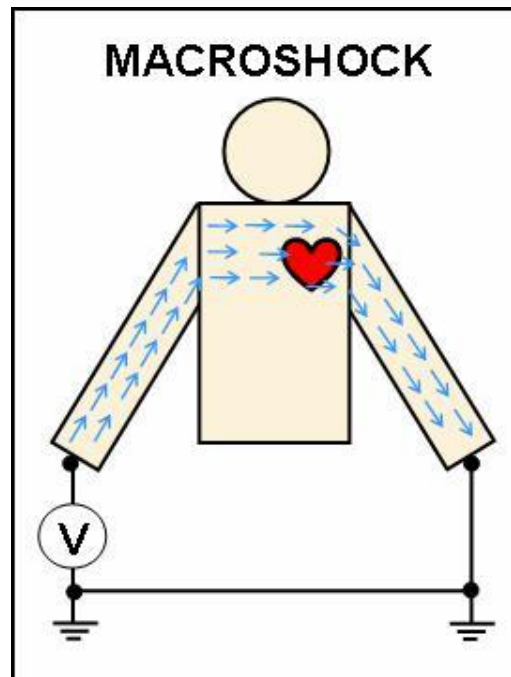


Figura 5. Macroshock

Fuente: Diseño y proyecto de instalaciones eléctricas seguras (Rubén Roberto Levy).

Se denomina macroshock cuando una corriente eléctrica es aplicada en dos puntos cualesquiera sobre la superficie del cuerpo humano.

Nota: el factor de corriente de corazón, se considera como una estimación aproximada de los peligros que corresponden a los diferentes trayectos de la corriente, bajo el punto de vista de la fibrilación ventricular.

Para los diferentes trayectos de la corriente, el factor de corriente de corazón tiene el valor indicado en la tabla A. (Tabla 1)

Tabla A
Factor de corriente de corazón F para diferentes trayectos de corriente.

| Trayecto de la corriente | Factor de corriente de corazón F |
|---|----------------------------------|
| Mano izquierda a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies | 1,0 |
| Dos manos a los dos pies | 1,0 |
| Mano izquierda a mano derecha | 0,4 |
| Mano derecha a pie izquierdo, a pie derecho o a los dos pies | 0,8 |
| Espalda a la mano derecha | 0,3 |
| Espalda a la mano izquierda | 0,7 |
| Pecho a la mano derecha | 1,3 |
| Pecho a la mano izquierda | 1,5 |
| Glúteos a la mano izquierda, a la mano derecha o a las dos manos. | 0,7 |

Ejemplo: una corriente de 200mA de mano a mano tiene el mismo efecto de riesgo de fibrilación que una corriente de 80 mA de mano izquierda a los dos pies.

Tabla 1. Factor de corriente de corazón para diferentes trayectos de corriente
Fuente: portalbiomedico.com/seguridad-electrica-efectos-fisiologico-de-la-corriente

2.5.8 TENSIÓN APLICADA

En sí misma no es peligrosa, pero si la resistencia es baja, ocasiona el paso una intensidad elevada, y por tanto muy peligrosa. El valor límite de la tensión de seguridad debe ser tal que aplicada al cuerpo humano, proporcione un valor de intensidad que no suponga riesgos para el individuo.

Como anteriormente se mencionó, la relación entre la intensidad y la tensión no es lineal debido al hecho de que la impedancia del cuerpo humano varía con la tensión

de contacto. Ahora bien, por depender la resistencia del cuerpo humano, no solo de la tensión, sino también de la trayectoria y del grado de humedad de la piel, no tiene sentido establecer una única tensión de seguridad, sino que tenemos que referirnos a infinitas tensiones de seguridad, cada una de las cuales se correspondería a una función de las distintas variables anteriormente mencionadas.

Las tensiones de seguridad aceptadas por el CNE son 24 V para emplazamientos húmedos y 50 V para emplazamientos secos, siendo aplicables tanto para corriente continua como para corriente alterna de 60 Hz.

Cuando se da la rigidez muscular pueden presentarse dos situaciones, una de expulsión del elemento energizado y la otra de sujetarlo y no soltarlo. En el segundo caso el tiempo se vuelve un factor crítico y se debe tener especial cuidado al tratar de separar la persona accidentada del elemento energizado.

El principal objetivo de este estudio es crear una conciencia sobre los riesgos existentes en todo lugar donde se haga uso de la electricidad. Se espera que el personal calificado la aplique en función de las características de una actividad, un proceso o una situación en donde se presente el riesgo.

2.6 EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO.

Las persona calificada responsable de la construcción de una instalación eléctrica debe evaluar el nivel de riesgo asociado a dicha instalación, teniendo en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre soportabilidad de la energía eléctrica para seres humanos, como se observa en la siguiente gráfica tomada de la NTC 4120, con

referente IEC 60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

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 período vulnerable del ciclo cardíaco.

Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano. Adicionalmente, al considerar el uso masivo de la electricidad y que su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial y oficial, la frecuencia de exposición al riesgo podría alcanzar niveles altos, si no se adoptan las medidas adecuadas.

Cuando se produce un paso de corriente eléctrica a través del organismo, la gravedad del accidente viene determinada básicamente por los siguientes factores:

- Intensidad de la corriente eléctrica
- Tiempo de contacto a la corriente eléctrica
- Trayectoria de la corriente eléctrica por el cuerpo humano
- Frecuencia de la corriente eléctrica (alterna, continua)
- Resistencia eléctrica del cuerpo humano

- Tensión aplicada

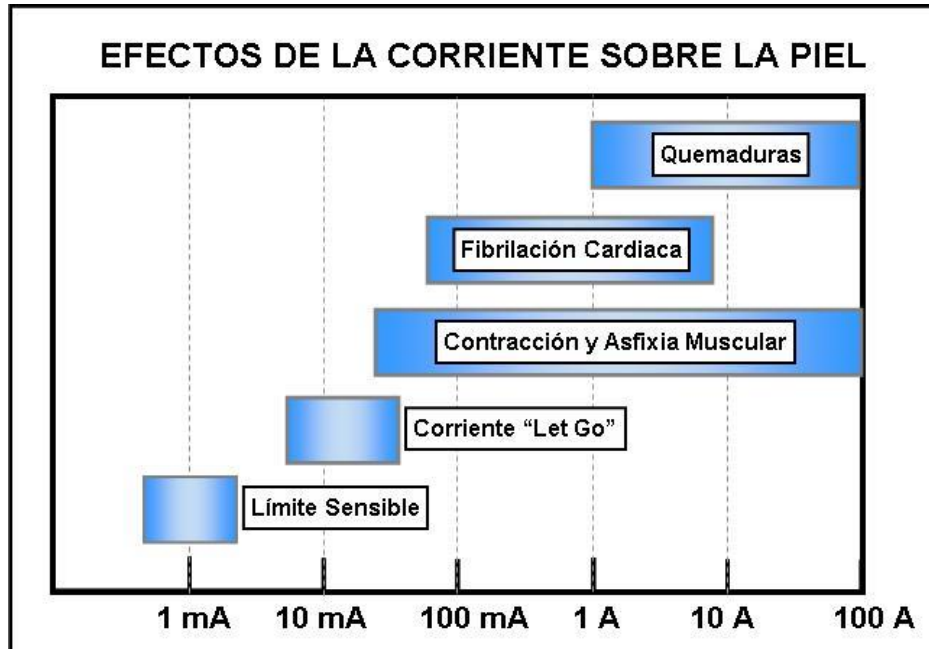


Tabla 2: Efectos de la corriente sobre la piel.

Fuente: www.portalbiomedico.com/seguridad-electrica-efectos-fisiologico-de-la-corriente

No obstante, el factor que más interviene en la gravedad de un accidente eléctrico de este tipo es la intensidad de la corriente eléctrica, que depende básicamente de la resistencia del cuerpo humano y el tiempo de contacto.

Con carácter general, el paso de corriente eléctrica por el organismo puede producir los siguientes efectos sobre la persona:

- Ningún efecto fisiológico
- Leve percepción sin efecto significativo para la persona (cosquilleo)

- Tetanización muscular (imposibilidad de soltarse del elemento activo eléctricamente)
- Fibrilación ventricular (lesiones cardiacas muy importantes)
- Quemaduras

2.6.1 INTENSIDAD Y TIEMPO DE CONTACTO DE LA CORRIENTE ELECTRICA

La probabilidad de que aparezcan los diferentes efectos descritos anteriormente aparece reflejada en la Figura 6.

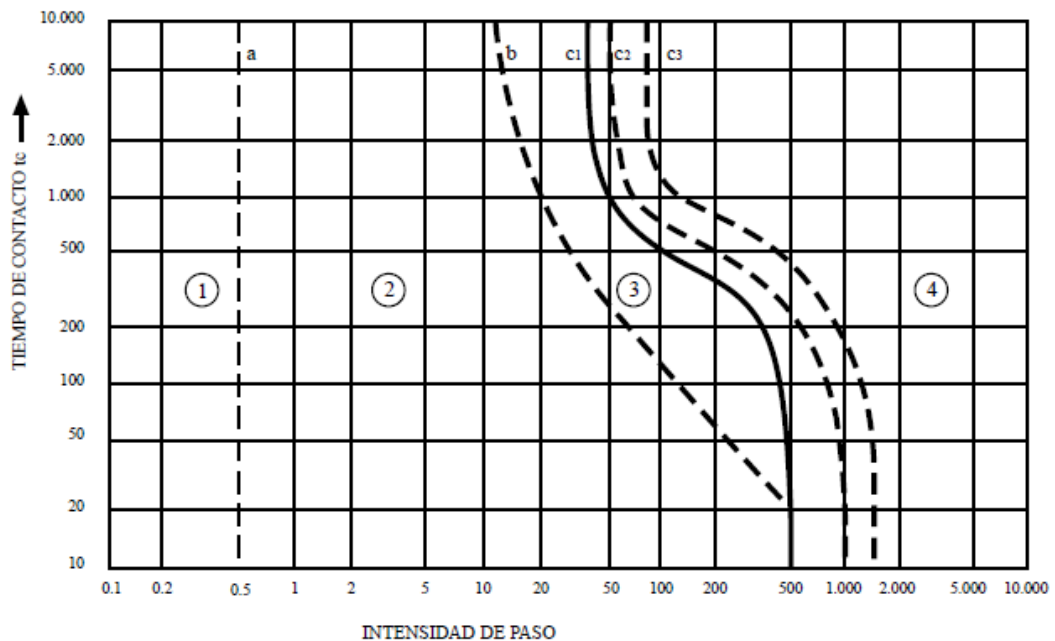


Figura 6: Probabilidad de aparición de distintos efectos al paso de la corriente eléctrica por el organismo

Fuente: Manual de Prevención de Riesgos Laborales. Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía. Primera edición: julio 2000. Dr. Arturo Canga Alonso

A modo orientativo, en la tabla 3, se proporcionan los valores de la intensidad en relación con sus posibles efectos fisiológicos sobre el organismo.

| INTENSIDAD (miliAmperios) | | |
|------------------------------|----------------------|--|
| Corriente continua | Corriente alterna | Efecto fisiológico |
| 1 | 0,4 | - Ninguna sensación (Zona 1) |
| 5,2 | 1,1 | - Umbral de percepción (Zona 2) |
| 76 | 16 | - Umbral de intensidad límite |
| 90 | 23 | - Contracción muscular-tetanicación muscular (choque doloroso y grave) (Zona 3) |
| 200 | 50 | - Principio de fibrilación ventricular (Zona 4 c ₁) |
| 1300 | 1000 | - Mayor probabilidad de fibrilación ventricular (Zona 4 c ₂) |
| 500 | 100 | - " (Zona 4 c ₃) |

Tabla 3: Relación intensidad-efectos fisiológicos de la corriente eléctrica

Fuente: Manual de Prevención de Riesgos Laborales. Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía. Primera edición: julio 2000. Dr. Arturo Canga Alonso

2.6.2 LESIONES POR LA ELECTRICIDAD

FISIOPATOLOGÍA

Si bien la fisiopatología de la lesión eléctrica no se conoce completamente, si sabemos que existen una serie de factores relacionados directamente con la gravedad de la lesión. En las lesiones provocadas por alto voltaje, gran parte del daño que se produce es debido a la energía térmica desprendida. La histología de los tejidos dañados muestra generalmente necrosis y coagulación producidos por el calor. Cuando la carga eléctrica es insuficiente para producir un daño térmico, en base a los últimos estudios se ha propuesto la teoría de la electroporación, de manera que el paso de la corriente eléctrica produciría alteraciones en la configuración de las proteínas afectándose la integridad de la pared celular y su función.

CAPITULO 3

METODOLOGÍA DE LAS APLICACIONES

3 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE RIESGO.

3.1 TÉCNICAS PARA LA IDENTIFICACION DE PELIGROS IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS EN LA INDUSTRIA.

Para la identificación de los peligros en la industria utilizaremos las técnicas siguientes:

- 1) Análisis de fallos y accidentes en equipos dinámicos.
- 2) El aprovechamiento de la experiencia operativa.

Con el fin de evaluar el nivel o grado de riesgo de tipo eléctrico que el Reglamento busca minimizar o eliminar utilizaremos la técnica de la matriz de riesgo.

3.2 MATRIZ DE RIESGO

La matriz de riesgo es una técnica utilizada en análisis de riesgo industrial. En el caso concreto de una industria se analiza el nivel de las consecuencias de cada posible escenario peligroso, así como su probabilidad de ocurrencia.

| | | | | | |
|--------------------|----------------|------------|---------|----------|-------------|
| Consecuencias ↓ | | | | | |
| CATASTRÓFICO | | | | | Riesgo alto |
| SEVERO | | | | | |
| SIGNIFICANTE | | | Riesgo | medio | |
| MENOR | | | | | |
| LEVE | Riesgo bajo | | | | |
| Consecuencias → | MUY IMPROBABLE | IMPROBABLE | POSIBLE | PROBABLE | FRECUENTE |

Tabla 4. Matriz de Riesgo

En función de la valoración que la empresa haga de las consecuencias, desde catastrófica: como sería un fallo con un número elevado de muertes o unas pérdidas muy cuantiosas en producción y activos, hasta leve: como sería por ejemplo un fallo concreto de una válvula de corte o de un controlador. Así también como de la probabilidad de ocurrencia de las mismas, desde muy improbable, es decir que no se espera que suceda en toda la vida de la planta, hasta un evento frecuente, y se podrá catalogar el escenario dentro de una rango de aceptabilidad definido por:

- Alto riesgo
- Riesgo medio
- Bajo riesgo

En función del nivel de riesgo obtenido, se determinarán unas medidas y se introducirán las salvaguardas concretas a cada escenario para tratar de evitar que se

produzca un evento no deseado, así también como mitigar las posibles consecuencias que este puede ocasionar a las personas, equipos y medio ambiente.

Para los efectos del presente estudio se entenderá que una instalación eléctrica es de PELIGRO INMINENTE o ALTO RIESGO cuando carezca de las medidas de protección frente a condiciones tales como: ausencia de la electricidad en instalaciones de atención médica, arco eléctrico, contacto directo e indirecto con partes energizadas, cortocircuito, tensiones de paso y contacto, rayo o sobrecarga.

3.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

| CONSECUENCIA (SEVERIDAD) | |
|------------------------------|---|
| NIVEL | DESCRIPCION |
| Ligeramente dañino | Lesiones leves no incapacitantes, pérdida de material leve (< XX UF). Molestias superficiales, disconfort. |
| Dañino | Incapacidades transitorias. Pérdida de material de costo moderado (XX - XX UF). Enfermedades incapacitantes menores. |
| Extremadamente dañino | Incapacidades permanentes. Lesiones serias o muerte. Pérdida de material de alto costo (> XX UF). Litigios o pleitos judiciales. Pérdida de reputación. |

Tabla 5. Matriz de Consecuencias

| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | |
|----------------------------|--|
| NIVEL | DESCRIPCION |
| Baja | <i>El incidente y daño ocurrirá menos del 10% de las veces. (inverosímil/raro)</i> |
| Media | <i>El incidente y daño ocurrirá entre el 10% y el 70% de las veces. Aunque no haya ocurrido antes, no sería extraño que ocurriera. (probable/posible)</i> |
| Alta | <i>El incidente y daño ocurrirá siempre o casi siempre, sobre el 70% de las veces. Es posible que haya ocurrido en otras ocasiones anteriores. (casi seguro)</i> |

Tabla 6. Matriz de Probabilidad

| VULNERABILIDAD | |
|----------------|--|
| NIVEL | DESCRIPCIÓN |
| Alto | No se realiza ninguna gestión de prevención de riesgos |
| Medio | Se realiza una mediana gestión de prevención de riesgos, Capacitación e instrucción irregular y Se suministra protección básica y <i>Medidas de control generales.</i> |
| Bajo | Se realiza una continua gestión de prevención de riesgos, se capacita y concientiza al personal. Apoyo e investigación a la gestión. Se imponen controles y penalidades para exigir el cumplimiento de las normas en todas las áreas relacionadas con la industria. Se suministra protección personal completa y se exige su uso. El departamento de seguridad se encarga de sus funciones específicas y controla y ejecuta la gestión. |

Tabla 7. Matriz de Vulnerabilidad al Riesgo

| NIVEL DEL RIESGO | |
|------------------|---|
| NIVEL | DESCRIPCIÓN |
| Alto | El riesgo es INTOLERABLE . Los métodos propuestos deberán modificarse, para entregar una solución destinada a evitar o reducir el riesgo. Se requieren Alta protección. Medidas de control obligatorias y específicas. |
| Medio | El riesgo es INTOLERABLE . Proceder con PRECAUCIÓN . El riesgo necesita ser manejado con procedimientos de control. Se requieren protección básica y Medidas de control generales. |
| Bajo | El riesgo es bajo, TOLERABLE . Se puede asumir riesgo o instalar protección. No requiere de controles adicionales. |

Tabla 8. Matriz de Condición de Riesgo

| VALOR DEL RIESGO | | | | | | | | | |
|------------------|-------|------------------|---|------------|---|-------------|-------|--------------------|--|
| VR = C+P+CR | | CONSECUENCIA (C) | | | | | | VR = C+P+CR | |
| | | MODERADO | | IMPORTANTE | | INTOLERABLE | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| PROBABILIDAD (P) | Baja | 1 | 3 | 4 | 6 | 1 | Baja | VULNERABILIDAD (V) | |
| | Media | 2 | 4 | 6 | 8 | 2 | Media | | |
| | Alta | 3 | 5 | 7 | 9 | 3 | Alta | | |

Tabla 9. Matriz de Valor de Riesgo

Para determinar el nivel del riesgo de la instalación o equipo y en particular de la existencia de alto riesgo, la situación debe ser evaluada por una persona calificada en electrotecnia y deberá basarse en los siguientes criterios:

- a. **Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables:** especialmente carencia de medidas preventivas específicas contra los factores de riesgo eléctrico, equipos, productos o conexiones defectuosas, insuficiente capacidad para la carga de la instalación eléctrica, distancias menores a las de seguridad, materiales combustibles o explosivos en lugares donde se presente arco eléctrico, presencia de lluvia, tormentas eléctricas y contaminación.
- b. **Que el peligro tenga un carácter inminente:** es decir, que existan indicios racionales de que la exposición al riesgo conlleve a que se produzca el accidente. Esto significa que la muerte o una lesión física grave, un incendio o una explosión, puede ocurrir antes de que se haga un estudio a fondo del problema, para tomar las medidas preventivas.
- c. **Que la gravedad sea máxima:** es decir, que haya gran probabilidad de muerte, lesión física grave, incendio o explosión, que conlleve a que una parte del cuerpo o todo, pueda ser lesionado de tal manera que se inutilice o su uso quede limitado en forma permanente, o que se destruyan bienes importantes cercanos a la instalación.

- d. **Que existan antecedentes comparables:** el evaluador del riesgo debe referenciar al menos un antecedente ocurrido con condiciones similares.

3.4 FACTORES DE RIESGO ELECTRICO MÁS COMUNES.

Un riesgo es una condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos de los más comunes, que al tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo eléctrico obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo de contacto con la corriente eléctrica. A partir de ese conocimiento, del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

En la siguiente tabla se ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y medidas de protección.

| | |
|---|---|
|  | <p style="text-align: center;">ARCOS ELÉCTRICOS.</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">AUSENCIA DE ELECTRICIDAD.</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">CONTACTO DIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">CONTACTO INDIRECTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p style="text-align: center;">CORTOCIRCUITO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">ELECTRICIDAD ESTÁTICA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">EQUIPO DEFECTUOSO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético</p> |
|  | <p style="text-align: center;">RAYOS</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.</p> |

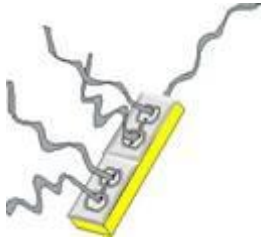

| | |
|---|--|
|  | <p style="text-align: center;">SOBRECARGA</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento adecuado de conductores y equipos.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">TENSIÓN DE CONTACTO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad.</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p> |
|  | <p style="text-align: center;">TENSIÓN DE PASO</p> <p>POSIBLES CAUSAS: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla,</p> <p>MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.</p> |

Figura 7. Factores de riesgos eléctricos más comunes.

Fuente: resolución no. 18 1294 agosto 06 de 2008, anexo general reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). NTC

3.5 MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR EN SITUACIONES DE ALTO RIESGO O PELIGRO INMINENTE.

En los casos o circunstancias en que se evidencie alto riesgo o peligro inminente para las personas, se deberá interrumpir el funcionamiento de la instalación eléctrica, excepto en aeropuertos, áreas críticas de centros de atención médica o

cuando la interrupción conlleve a un riesgo mayor, caso en el cual se deberán tomar otras medidas de seguridad, tendientes a minimizar el riesgo.

En estas situaciones, la persona calificada que tenga conocimiento del hecho, deberá informar y solicitar a la autoridad competente que adopte medidas provisionales que mitiguen el riesgo, dándole el apoyo técnico que esté a su alcance.

La autoridad que tenga conocimiento del hecho reportará en el menor tiempo posible al responsable de la operación de la instalación eléctrica, para que realice los ajustes requeridos y si no lo hace, se deberá informar al organismo de control y vigilancia, que definirá los términos para restablecer las condiciones reglamentarias.

3.6 NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES.

En los casos de accidente de origen eléctrico con o sin interrupción del servicio de energía eléctrica, que tenga como consecuencia la muerte, lesiones graves de personas o la afectación grave de inmuebles por incendio o explosión, la persona que tenga conocimiento del hecho deberá comunicarlo en el menor tiempo posible a la autoridad competente y a la empresa prestadora del servicio.

Las empresas responsables de la prestación del servicio público de energía eléctrica y/o industria, deben informar de todo accidente de origen eléctrico ocurrido en su cobertura y que tenga como consecuencia la muerte o graves efectos fisiológicos en el cuerpo humano con incapacidad, siempre y cuando les haya sido reportado. Dicha información será para uso exclusivo de las entidades de control y del Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador, y deberá reportarse al departamento de

accidentes y riesgos del Seguro Social Ecuatoriano, siguiendo las condiciones establecidas por el Ministerio de Relaciones Laborales en su calidad de administrador de dicho sistema. El reporte en lo posible debe contener como mínimo el nombre del accidentado, tipo de lesión, causa del accidente, lugar y fecha del accidente y las medidas tomadas.

Para efecto del reporte, adicionalmente las empresas solicitarán al departamento de medicina, al médico del Seguro Social o la autoridad competente que haga sus veces la información recopilada sobre estos tipos de accidentes.

CAPITULO 4

ANÁLISIS DE FALLA

4 ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE RIESGO EN RELACIÓN AL RIESGO ELÉCTRICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEGURIDAD DE EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LA INDUSTRIA.- MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE RIESGOS

Para el análisis de la matriz de riesgo se tomará en cuenta el criterio detallado en la tabla No. 3

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO - PGV | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (ALTA GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS) | MEDIA (MEDIANA GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS) | ALTA (NINGUNA GESTIÓN) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 4 Y 3 | 6 Y 5 | 9, 8 Y 7 |
| RIESGO MODERADO | | | RIESGO IMPORTANTE | | | RIESGO INTOLERABLE | | | | | |
| <p>Para cualificar el riesgo (estimar cualitativamente), el o la profesional, tomará en cuenta criterios inherentes a su materialización en forma de accidente de trabajo, enfermedad profesional o repercusiones en la salud mental. ESTIMACIÓN: Mediante una suma del puntaje de 1 a 3 de cada parámetro establecerá un total, este dato es primordial para determinar prioridad en la gestión.</p> | | | | | | | | | | | |

Tabla 10.- Cualificación o estimación del riesgo-método del triple criterio

Fuente: Resolución No. 220 del Ministerio del Trabajo

4.1 GENERADORES

4.1.1 GENERALIDADES.- Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de electricidad por medio de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países puede obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas (Centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos.)

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia, hospitales, fábricas, etc., que a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse.



Figura 8. Tablero de transferencia

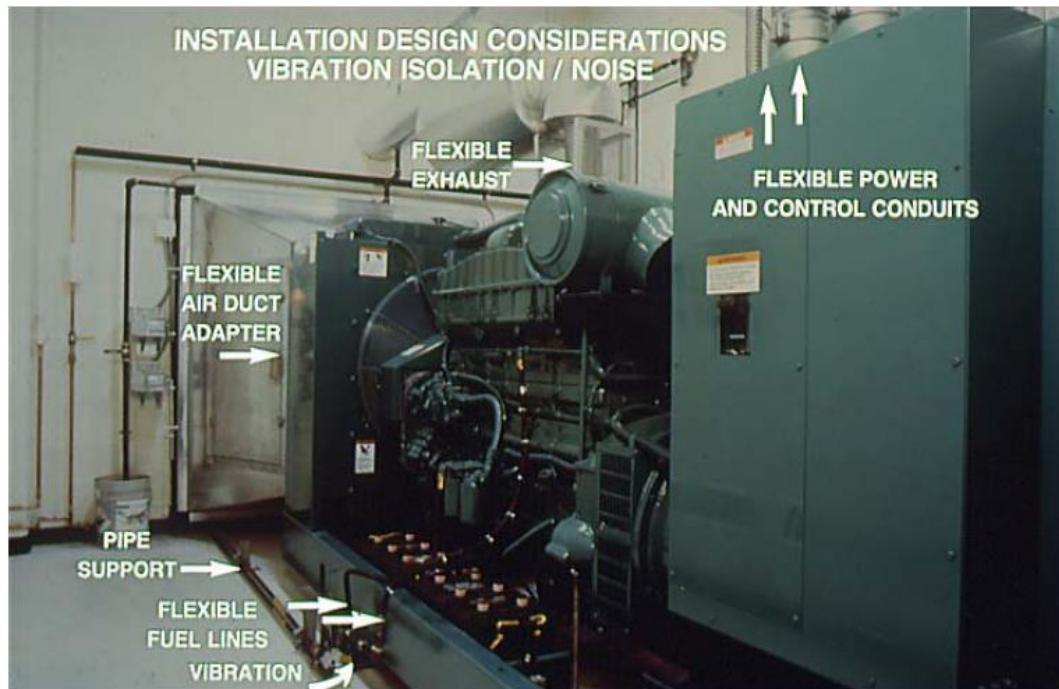


Figura 9. Generador

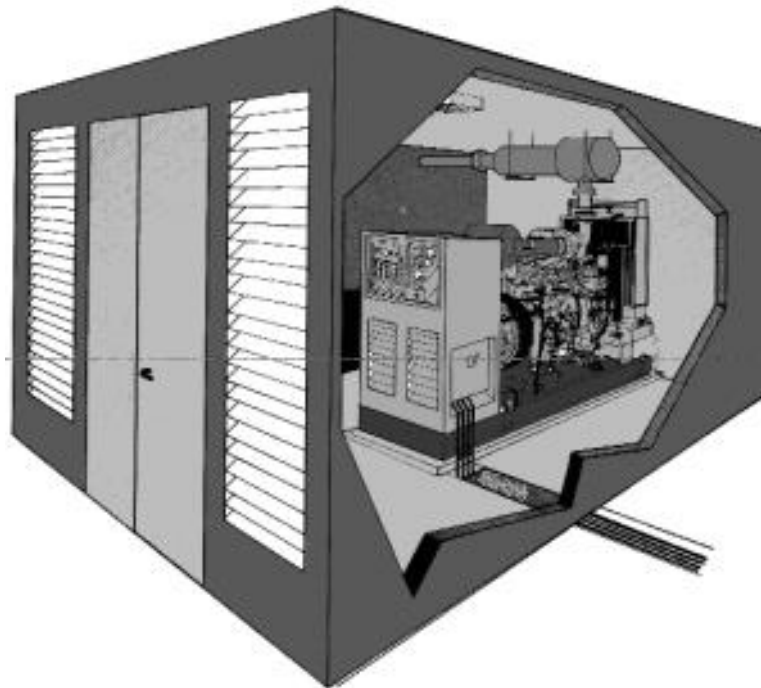


Figura 10. Cuarto de Generador

4.1.2 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE RIESGOS.- FACTORES DE RIESGO ELECTRICO - LISTADO DE INCIDENTES EN UN GENERADOR

4.1.2.1 FACTORES FÍSICOS

Temperatura elevada.- Las elevaciones de la temperatura del devanado de los alternadores se clasifican en grados Celsius sobre una temperatura ambiente de 40 °C. Las elevaciones de la temperatura que alcanzan los 80 °C, 105 °C o 125 °C se llaman de Clase B, F y H respectivamente para rangos continuos. Las temperaturas de entrada de aire del alternador mayores que 40 °C provocarán elevaciones de temperatura más altas, que requerirán el derrateo de la salida del alternador para evitar daños.

Uno de los parámetros más importantes de control en un grupo electrógeno es el control de la temperatura.

La elevación de la temperatura interna de los devanados internos del alternador y de partes terminales del generador que requieren ajuste, son motivo de pérdida de aislamiento y al mismo tiempo los puntos calientes sin control son causa de fallas eléctricas directas o indirectas, corto circuitos y/o explosión que actúan directamente sobre personas y bienes ubicados en el rango de acción de la falla. Mientras más alta es la tensión de generación mas alto es el riesgo.

La elevada temperatura del motor y de gases de escape y enfriamiento, en muchos casos por contacto de cables eléctricos de control y/o de fuerza con las partes calientes son motivo de fallas eléctricas cuando no se tiene el debido cuidado o control en el mantenimiento.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TEMPERATURA ELEVADA-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Ruido.- Al hablar de generadores o grupos electrógenos siempre se está expuesto a altos niveles de ruido. Siempre que un generador o grupo electrógeno se encuentra en operación los niveles de ruido pueden llegar hasta 120 decibeles o más. El ruido agota y afecta directamente el estado psicológico y mental de una persona. Un operador o persona sometido o expuesto a altos niveles de ruido, mayores a 70 decibeles según la norma, por un tiempo considerable, esta sujeto a cometer errores en su labor, a perder su concentración y a actuar torpemente.

En el caso de técnicos que operan con electricidad, este agotamiento lleva a cometer errores que pueden desencadenar en fallas eléctricas y peor aun en contactos directos o indirectos que afecten su integridad y de las personas que se encuentren en el rango de acción de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: RUIDO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Vibración.- La vibración se da por efectos mecánicos debido al movimiento de partes o elementos rotativos que transmiten su efecto, como ocurre en el caso del funcionamiento de un grupo electrógeno, y, por vibración eléctrica debido a que todo conductor en el que se da un nivel de tensión está sometido a un nivel de vibración, el cual es mayor si mayor es su nivel de tensión. En ambos casos los niveles de vibración producen deterioro, desajuste o aflojamiento de las partes mecánicas y de las partes eléctricas que requieren ajuste como los terminales y partes sometidas a contacto eléctrico. Cuando se da un desajuste por vibración en algún terminal eléctrico, este produce un mal contacto, resistencia y temperatura al paso de la corriente eléctrica, lo que ocasiona un punto caliente, deterioro en el conductor, en su aislamiento y posteriormente la falla eléctrica

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VIBRACIÓN-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Presiones anormales (Presión atmosférica, altitud geográfica).

Las presiones anormales debido a la presión atmosférica o altitud geográfica pueden ocasionar fallas eléctricas por sobrecarga, ya que si no se considera el derrateo en el transformador la falla por falta de potencia será compensada con sobrecarga. Esta falla por sobrecorriente ocasionará la operación de las protecciones del generador en caso de estar consideradas. Pero en caso de no estar consideradas adecuadamente, el generador podrá sufrir una sobrecarga eléctrica, deterioro de su capacidad de conducción en el devanado, corto circuito y explosión, lo que puede ocasionar accidentes graves en el personal que se encuentre en el radio de acción del evento. Mientras mayor sea el nivel de tensión mayor será el efecto de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: PRESIONES ANORMALES-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Ventilación insuficiente (fallas en renovación de aire).- Las temperaturas de entrada de aire del alternador mayores que 40 °C provocarán incremento de temperatura, que requerirá el derrateo de la potencia de salida del alternador para evitar daños. Esta elevación de temperatura reduce la capacidad de conducción de los devanados, disminuye la vida útil del equipo, ahogo y problemas de temperatura

en el grupo electrógeno. La alta temperatura produce fallas mecánicas en los rodamientos del grupo electrógeno, mal funcionamiento de los equipos de control y protección, poca capacidad de enfriamiento y deteriora el aislamiento del equipo, situaciones que terminan en una reducción de conducción y en una inminente falla eléctrica o electromecánica, sumado a la sofocación por temperatura del personal de servicio, y al alto riesgo que está expuesto el personal que opera en el rango de acción de la falla eléctrica.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------------------|------|---------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VENTILACIÓN INSUFICIENTE-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑO | DAÑO | EXTREMADAMENTE DAÑO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | 1 | | | | 2 | | | 5 | |

4.1.2.2 FACTORES MECÁNICOS

Inadecuados.- La mala señalización o la falta de la misma, puede provocar graves accidentes eléctricos, en muchas industrias no se toma ninguna precaución respecto a la señalización de los peligros latentes. Una de las principales señales que se deben colocar en una industria es el nivel de tensión de los equipos con los que se trabaja. Cuando se trabaja generando energía eléctrica todo debe estar señalizado, considerando los inminentes peligros y sobre todo el voltaje de generación.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: INADECUADOS, MALA SEÑALIZACIÓN-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Espacio físico reducido.- El operar con partes eléctricas en espacios físicos reducidos presenta un alto nivel de riesgo, ya que se reduce el espacio de maniobra y en caso de sufrir un shock eléctrico hay una alta posibilidad de quedar atrapado con alto riesgo de muerte.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ESPACIO FÍSICO REDUCIDO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Maquinaria desprotegida.- La maquinaria puede tener sus partes eléctricas desprotegidas, lo que puede ser causa de riesgo, ya que un obrero o técnico, bajo cualquier condición puede tener un accidente, resbalar y/o colocar cualquier parte de su cuerpo en contacto directo o indirecto con las partes desnudas en tensión y sufrir una descarga y accidente eléctrico.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: MAQUINARIA DESPROTEGIDA-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo.- Se pueden producir atropellamientos por circulación de montacargas por zona de seguridad a través de áreas de trabajo. La falla también puede darse en caso de que mientras se esta realizando algún trabajo, se encuentren cables con tensión en el piso y el montacargas al pasar sobre el cable se enrede en el mismo y el operario no se de cuenta, lo que puede ocasionar un tirón sobre personal que realiza trabajo además de una ruptura del cable, lo que puede ocasionar contacto con partes desnudas y ocasionar un accidente eléctrico sobre las personas involucradas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: CIRCULACIÓN DE MAQUINARIA EN AREAS DE TRABAJO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

Trabajo en altura, desde 1,8 metros: En trabajos de acometidas eléctricas y conexiones externas del generador en caso de un arco eléctrico, corto circuito, si el

técnico o persona que realiza la maniobra no esta bien amarrado a su arnés de seguridad y a su línea de vida y esta a su vez anclada a un lugar fijo y seguro, que soporte el peso y tirón en caso de caída, puede darse un accidente grave con ruptura de huesos, invalidez e incluso la muerte.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TRABAJO EN ALTURA-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | 1 | | | | 5 | |

Superficies o materiales calientes.- El grupo electrógeno consta de un motor de combustión interna acoplado a un alternador. Al producirse el arranque y estar en proceso de generación eléctrica, el motor de combustión interna y el generador van a elevar su temperatura. Los gases de enfriamiento del radiador alcanzan aproximadamente entre 70 y 90 grados centígrados. Los gases del motor que salen a través del turbo, llegan a los 500 grados centígrados. Es importante que los técnicos y personal de mantenimiento eléctrico tengan la debida precaución de evitar quemaduras por contacto con estas superficies y/o gases, también se debe considerar tomar precauciones respecto a posibles contactos de cables eléctricos con estas superficies y/o gases lo que ocasionaría quemaduras del aislamiento, calentamiento del conductor y posibles circuitos o fallas eléctricas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SUPERFICIES CALIENTES-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

Trabajos en mantenimiento.- En mantenimiento electromecánico del grupo electrógeno se pueden dar todo tipo de fallas, por lo que el personal debe seguir el protocolo de mantenimiento, tomar las precauciones debida y usar los EPP's y estar preparado para cualquier eventualidad

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TRABAJOS EN MANTENIMIENTO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 5 | |

4.1.2.3 FACTORES ELECTRICOS

Arco Eléctrico.- El riesgo del arco eléctrico esta latente en toda instalación eléctrica, en el caso de un generador prácticamente se esta en la fuente de carga, y el riesgo es mayor a mayor tensión de generación. El arco eléctrico puede darse en el momento menos oportuno debido a malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores, por lo que

particularmente el personal técnico y de mantenimiento eléctrico es el que siempre está expuesto en alto grado a un riesgo o falla de este tipo. Cabe indicar que el momento más crítico en que se puede dar este tipo de falla es en el momento en que el generador realiza de la transferencia a plena carga o el retiro de la carga.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ARCO ELÉCTRICO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Manejo eléctrico por Rayos y descargas atmosféricas.

En caso de una descarga por tormenta eléctrica el generador, cuarto de generación o cabina acústica, debe tener un sistema seguro de protección contra descargas eléctricas (pararrayos), sumado a esto la tierra o sistema de aterrizamiento del mismo debe estar en buen estado, ya que de darse una descarga por medio de un rayo y el sistema de descarga a tierra no esta en buen estado puede afectar directa o indirectamente a los técnicos, personas o bienes que se encuentren en el radio de riesgo de la falla. Se debe de considerar el riesgo de explosión del tanque de suministro de combustible por lo que también debe ser protegido

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: MANEJO ELÉCTRICO, RAYOS Y TORMENTAS ELÉCTRICAS-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Contacto Directo.- El contacto directo con partes activas mientras se está generando energía eléctrica se da por negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, un contacto directo implica alto riesgo de electrocución y quemaduras. A mayor voltaje mayor el riesgo de daño.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: CONTACTO DIRECTO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Contacto Indirecto.- En generación eléctrica, los técnicos y no técnicos están expuestos a descargas eléctricas por contactos indirectos, pues son riesgos por fallas de aislamiento que no se ven, solo se sienten cuando la persona sufre el shock eléctrico. En una industria debemos considerar que el generador eléctrico mantiene las mismas condiciones de riesgo de electrocución que el suministro eléctrico convencional y por lo tanto la posibilidad de shock por contacto indirecto en

cualquier condición de falla tiene igual o peor condición de riesgo y peligro, ya que la fuente está más cerca de la falla. Es más factible un contacto indirecto que un contacto directo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: CONTACTO INDIRECTO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 5 | |

Cortocircuitos.-Cuando se da un cortocircuito en los devanados internos de un generador es inminente el riesgo de explosión, dependiendo del nivel de tensión de suministro, con alto nivel de riesgo para las personas que se encuentran en el rango de acción de la falla. Se debe considerar el peligro de explosión del tanque de combustible según la ubicación del mismo. De darse un cortocircuito externo las protecciones del generador actuarían para proteger el equipo mas no a las personas, ya que para eso están ajustadas, por lo tanto se debe estar consciente del nivel de riesgo y se deben considerar y anticipar las protecciones adecuadas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: CORTOCIRCUITOS-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 5 | |

Electricidad estática.- No genera peligro inminente de descarga eléctrica para las personas a más de un cosquilleo cuando se toca una superficie cargada que se descarga a través del cuerpo.

Se presentan problemas y daños cuando se manejan sin precaución ciertos circuitos electrónicos.

Uno de los peores riesgos se presenta cuando el grupo electrógeno se encuentra en áreas, donde se manejan gases y combustibles o líquidos volátiles. El personal que opere en estas áreas deberá tratar la electricidad estática que se almacena en el cuerpo con mucho cuidado y descargarse periódicamente, ya que una pequeña chispa puede desencadenar un incendio o una explosión.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: ELECTRICIDAD ESTATICA-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

Equipo eléctrico defectuoso, falla en los sistemas de mando y control, conexiones, aislamiento eléctricos.

Si el generador está defectuoso eléctricamente, el riesgo de una falla eléctrica aumenta considerablemente, ya que puede generar fallas internas y/o externas graves, incrementando el riesgo para las personas ubicadas en el área de acción de la posible falla eléctrica o accidente. A medida que se elevan o se consideran niveles elevados de tensión las condiciones de riesgo se multiplican.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: EQUIPO DEFECTUOSO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Sobrecarga.- La sobrecarga continua disminuye la vida útil del generador y en el peor de los casos provocaría una pérdida de aislamiento que terminaría en un cortocircuito y explosión. A mayor tensión mayor riesgo de falla y para las personas ubicadas en el área de acción de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SOBRECARGA-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Tensión de Contacto.- Un generador eléctrico en operación puede generar tensiones de contacto en partes metálicas que forman parte de su estructura, por lo tanto es factible recibir un shock eléctrico por tensión de contacto si no se toman las debidas precauciones.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TENSIÓN DE CONTACTO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Tensión de paso.- Un generador eléctrico en operación puede generar picos de voltaje o transientes en los momentos de entrada o salida de cargas, estos picos son los causantes de las tensiones de paso. Estas tensiones de paso pueden ser las causantes de choques eléctricos en los alrededores de las áreas por donde son descargadas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TENSIÓN DE PASO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

4.1.2.4 FACTORES QUIMICOS

Vapores de pintura líquida o aceite.- Se utiliza pintura anticorrosiva para protección del equipo, los vapores son fuertes y pueden afectar al operador eléctrico mientras realiza su trabajo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VAPORES DE PINTURA-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

Aerosoles.- se utilizan pinturas de aerosoles para protección anticorrosiva del equipo, los vapores son fuertes y pueden afectar al operador eléctrico mientras realiza su trabajo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: AEROSOLES-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DANINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

4.1.2.5 FACTORES ERGONÓMICOS

Sobreesfuerzo físico.- La operación de montaje y mantenimiento de grupos electrógenos con lleva un sobreesfuerzo físico por la cantidad de equipos que se trabajan, y por el espacio físico que hay que desplazarse entre cada generador cuando son generadores domésticos. En general las condiciones de trabajo a nivel industrial y en estaciones generadoras son fuertes, el clima, humedad y otros, hacen inevitables estas condiciones

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SOBRESFUERZO FISICO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DANINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | 1 | | | | 2 | | | 5 | |

Levantamiento manual de objetos.- Siempre es necesario el levantamiento de objetos como cajas de herramientas, cables, etc., relacionados al montaje, operación y mantenimiento eléctrico del grupo electrógeno.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: LEVANTAMIENTO MANUAL DE OBJETOS-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Posición forzada o mala posición de trabajo (de pie, sentada, encorvada, acostada). Pueden darse malas posiciones al trabajar en condiciones de riesgo eléctrico por la tensión del trabajo y por los espacios reducidos.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: POSICION FORZADA/MALA POSICION DE TRABAJO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Equipos de protección personal inadecuados.- Existen empresas que le dan poca importancia al riesgo eléctrico y a la seguridad industrial, consideran como un gasto la protección eléctrica del personal y suministran equipos de protección personal inadecuados para el trabajo eléctrico.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL INADECUADOS-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

4.1.2.6 FACTORES PSICOSOCIALES

Turnos rotativos.- En las empresas de generación eléctrica se trabaja en turnos rotativos. Dando las condiciones adecuadas de seguridad para este tipo de trabajo

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: TURNOS ROTATIVOS-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Trabajo a presión.- Todo trabajo en generación eléctrica se ejecuta con presión debido al grado de responsabilidad que ello implica

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: TRABAJO A PRESION-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | NINGUNA GESTIÓN | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Alta responsabilidad.- Todo trabajo eléctrico realizado en y con generadores implica una alta responsabilidad

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: ALTA RESPONSABILIDAD-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Sobrecarga mental.- Es necesario que las personas que trabajan con generación eléctrica tengan un nivel bajo de sobrecarga mental, debido al riesgo que ello implica

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: SOBRECARGA MENTAL-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | 1 | | | | 2 | | | 5 | |

Minuciosidad de tarea.- Los trabajos relacionados con generación de electricidad son minuciosos, ya que la tarea debe ser bien realizada.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: MINUCIOSIDAD DE TAREA-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Déficit de comunicación.- En generación eléctrica la mala comunicación nos mantiene sobre un alto nivel de riesgo y conlleva a cometer graves errores.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: DEFICIT DE COMUNICACION-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | | 3 | | 2 | | | | 7 |

Inadecuada supervisión.- Presenta riesgo de falla de procedimiento en maniobras eléctricas

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: INADECUADA SUPERVISION-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Relaciones interpersonales inadecuadas o deterioradas.- En generación una mala relación implica un alto riesgo eléctrico, ya que no hay comunicación ni entendimiento

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: RELACIONES INTERPERSONALES INADECUADAS-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | | 3 | | | 7 |

Desmotivación.- Un operador eléctrico desmotivado implica un riesgo, su desmotivación lo puede llevar a hacer un mal trabajo o a cometer un error en una instalación eléctrica.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: DESMOTIVACION-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

4.1.2.7 FACTORES DE RIESGOS MAYORES

Manejo de inflamables y/o explosivos.- El generador opera con combustible, Diesel, gas, fuel oil, siempre está presente el riesgo eléctrico en mayor o menor grado.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: MANEJO DE INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | | 3 | 1 | | | | 6 | |

Sistema eléctrico defectuoso.- Si el sistema eléctrico esta defectuoso el riesgo es muy alto y en cualquier momento puede ocurrir un accidente o falla eléctrica con daños para el equipo y el personal.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SISTEMA ELECTRICO DEFECTUOSO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DANINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Depósito y acumulación de polvo.- Es frecuente la acumulación de polvo, hay un riesgo, pero el daño no es inmediato si los mantenimientos son frecuentes. En presencia de humedad puede producir arco eléctrico y descargas eléctricas

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: DEPOSITO Y ACUMULACION DE POLVO-GENERADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DANINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

4.2 TRANSFORMADOR.

4.2.1 INTRODUCCION

El transformador trifásico de distribución está diseñado para proveer servicio eléctrico en sistemas de distribución aéreos o subterráneos. El transformador está diseñado para montarse según su condición de servicio. Cables primarios y secundarios entran al compartimiento del transformador. Todas las partes vivas expuestas están protegidas acorde a su diseño.

Los transformadores están diseñados para las condiciones normalmente halladas en sistemas de distribución de fuerza eléctrica. Como tales, son apropiados para uso bajo las “condiciones de servicio usual” descritas en ANSI C57.12.00 (Requisitos Generales Para Transformadores de Distribución; Fuerza y Regulación en Aceite). Todas las otras condiciones son consideradas fuera del servicio usual y deben ser evitadas.



Fig. 11. Transformadores de distribución

Mantenga disponibles las instrucciones de instalación, mantenimiento y operación para los responsables del manejo del transformador. El no seguir las instrucciones adecuadas y procedimientos de seguridad puede causar fallas eléctricas que terminan en lesiones graves, muerte o daño a la propiedad.

El transformador debe ser operado y cuidado únicamente por personal competente, familiarizado con buenos métodos de seguridad. Esta implementación de seguridad de equipos eléctricos en la industria está escrita para exponer el riesgo existente y no intenta ser un sustituto para la capacitación adecuada y experiencia en el uso de este equipo.

Consulte el Standards N.E.M.A. (National Electrical Manufacturers Association E.U.A.)ST-20 para requisitos de aplicaciones generales.

Instale la unidad de acuerdo a lo provisto en el artículo 450 del N.E.C. (Código Nacional Eléctrico E.U.A.) y/o los códigos o normas locales aplicables.

Si se necesitara aclaración o más información, es necesario realizar un curso específico o especialización respecto al tema para garantizar la seguridad, operación del equipo y seguridad del personal de operación. Cuando realice consultas respecto a un equipo específico es necesario que siempre incluya los artículos de información de la placa del transformador. Número de serie, número de estilo, potencia nominal y tensiones nominales. Adicionalmente, todos los procedimientos de seguridad apropiados tales como los requisitos de la Oficina de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), requisitos de seguridad regionales y locales, prácticas de seguridad en el

trabajo y buen juicio deben usarse por las personas encargadas de la operación del equipo.



Fig. 12. Transformadores de distribución

4.2.2 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE RIESGOS.- FACTORES DE RIESGO ELECTRICO - LISTADO DE INCIDENTES EN UN TRANSFORMADOR

4.2.2.1 FACTORES FÍSICOS

Temperatura elevada.- Uno de los parámetros de operación más importantes en un transformador es el control de la temperatura, y la operación del mismo se realiza aproximadamente a la temperatura ambiente de 40°C en la mejor condición al 80% de plena carga. Las elevaciones de temperatura de los devanados de los transformadores se clasifican en grados Celsius sobre una temperatura ambiente de 40 °C. Las elevaciones de la temperatura que alcanzan los 80 °C, 105 °C o 125 °C se

llaman de Clase B, F y H respectivamente para rangos continuos. Hay diseños de transformadores, cuyo aislamiento y componentes soportan temperaturas mayores 220°C.

Los transformadores dependen completamente del aire circundante para su adecuada ventilación. El ambiente no debe exceder los 40°C (104°F) y el promedio de temperatura del aire, en un periodo de 24 horas, no debe exceder los 30°C (86°F). Para operación a mayores temperaturas, la carga del transformador se reduce un 0.6% de la potencia nominal en KVA por cada grado sobre 30°C (86°F) de ambiente promedio, hasta un máximo de 50°C (122°F).

La elevación de temperatura de los devanados internos y de las partes terminales del transformador que requieren ajuste, son motivo de pérdida de aislamiento y al mismo tiempo pueden llegar a puntos calientes los cuales sin control son causa de fallas eléctricas directas o indirectas, corto circuitos y/o explosión que actúan directamente sobre personas y bienes ubicados en el rango de acción de la falla. Mientras más alta es la tensión de operación mas alto es el riesgo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TEMPERATURA ELEVADA-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | 1 | | | | 5 | |

Vibración.- En un transformador tenemos vibración eléctrica debido a que todo conductor en el que se da un nivel de tensión está sometido a un nivel de vibración eléctrica, la cual es mayor si mayor es su nivel de tensión. Los niveles de vibración producen deterioro, desajuste o aflojamiento de las partes como los terminales, tuercas, hexagonales y en general partes sometidas a contacto eléctrico tienden a perder el ajuste por vibración eléctrica y por temperatura. Cuando se da un desajuste por vibración en algún terminal eléctrico, este produce un mal contacto, el incremento de la resistencia y temperatura al paso de la corriente eléctrica ocasionan un punto caliente, deterioro en el conductor, en su aislamiento y posteriormente la falla eléctrica

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VIBRACIÓN-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Presiones anormales (Presión atmosférica, altitud geográfica).

Para soportar las presiones el tanque del transformador debe ser sellado y con un grado de protección IP57 para proteger las partes activas del transformador y para aislar el interior del tanque de la atmósfera, con la cual se garantiza que los volúmenes de gas y del aceite deben permanecer constantes.

Los transformadores normalmente se diseñan para operar a altitudes por debajo de 1000 metros (3300 pies). Operando sobre 1000 metros es necesario reducir la carga en KVA e incrementar los claros entre terminales energizadas.

En el tanque debe instalarse una válvula de derivación para el llenado y ensayo de presión ubicada en el compartimiento de baja tensión.

Las presiones anormales no detectadas, sumadas a un arco eléctrico son suficientes para romper el tanque, producir una falla y ocasionar algún accidente no previsto en el personal que se encuentre en el radio de acción de la falla. Mientras mayor sea el nivel de tensión mayor será el efecto de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: PRESIONES ANORMALES-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | 1 | | | 4 | | |

Ventilación insuficiente (fallas en renovación de aire).- Es imprescindible que el lugar donde esté ubicado el transformador sea un lugar con suficiente ventilación. Las temperaturas mayores que 40 °C provocarán elevaciones de temperatura más altas. Esta elevación de temperatura reduce la capacidad de conducción de los devanados y disminuye la vida útil del transformador. La alta temperatura deteriora el aislamiento del interno, situaciones que terminan en una disminución del nivel de

conducción y en una inminente falla eléctrica, sumado al alto riesgo que está expuesto el personal que opera en el perímetro de acción de la falla eléctrica.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VENTILACIÓN INSUFICIENTE-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

4.2.2.2 FACTORES MECÁNICOS

Inadecuado.- La mala señalización o la falta de la misma, puede provocar graves accidentes eléctricos, en muchas industrias no se toma ninguna precaución respecto a la señalización de los peligros latentes. Una de las principales señales que se deben colocar en una industria cuando se trabaja con transformadores, es el nivel de tensión de los equipos, la protección y la prevención de riesgos es muy importante y todo debe estar señalado en pro de la seguridad del personal

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: INADECUADOS, MALA SEÑALIZACIÓN-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Espacio físico reducido.- El operar con transformadores en espacios físicos reducidos presenta un alto nivel de riesgo, ya que se reduce el espacio de maniobra y en caso de sufrir un shock eléctrico hay una alta posibilidad de quedar atrapado con alto riesgo de muerte.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ESPACIO FÍSICO REDUCIDO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | | 3 | | 2 | | | | 7 |

Maquinaria desprotegida.- El transformador puede tener sus partes eléctricas desprotegidas, o el cuarto de transformadores abierto y sin las debidas protecciones, lo que puede ser causa de riesgo mortal, ya que un obrero o técnico bajo cualquier condición puede tener un accidente, resbalar y/o colocar cualquier parte de su cuerpo en contacto directo o indirecto con las partes desnudas en tensión y sufrir una descarga y accidente eléctrico. Incluso algún animal (gato, zorro, etc.) puede ser causa de una falla

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: MAQUINARIA DESPROTEGIDA-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | | 7 |

Circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo.- Circulación de maquinaria o vehículos por zonas de trabajo con transformadores en tensión tiene un alto nivel de riesgo eléctrico, por lo que debe evitarse y tomar las medidas de protección adecuadas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: CIRCULACIÓN DE MAQUINARIA EN AREAS DE TRABAJO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | | 2 | | 5 | | |

Trabajo en altura, desde 1,8 metros.- En trabajos con transformadores relacionados con montaje, conexiones externas, postes, torres eléctricas, y todo lo que corresponde a trabajos en altura superiores a 1,8 metros, se necesita la máxima protección y seguir los protocolos de seguridad para el personal que realiza la maniobra. En caso de un arco eléctrico, corto circuito o cualquier tipo de falla con voltaje o peligro de electrocución, si el técnico o persona que realiza la maniobra no esta bien protegido con sus EPP's, amarrado a su arnés de seguridad y a su línea de vida y esta a su vez asegurada a un lugar fijo y seguro, que soporte el peso y tirón en caso de caída, puede darse un accidente grave con ruptura de huesos, invalidez e incluso la muerte.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TRABAJO EN ALTURA-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Superficies o materiales calientes.- Los puntos calientes son causas de falla en un transformador. Cuando existe una superficie caliente, existe un punto caliente y el equipo nos está indicando que hay una existe una alta temperatura y en lo posterior una falla eléctrica debido a la pérdida de aislamiento. Es importante que los técnicos y personal de mantenimiento eléctrico tengan la debida precaución de evitar quemaduras por contacto con estas superficies, también se debe considerar tomar precauciones respecto a posibles contactos de cables eléctricos con estas superficies lo que ocasionaría quemaduras del aislamiento, calentamiento del conductor y posibles circuitos o fallas eléctricas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SUPERFICIES CALIENTES -TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

4.2.2.3 FACTORES ELECTRICOS

Trabajos en mantenimiento Eléctrico.- En el mantenimiento eléctrico del transformador se deben tomar todas las precauciones, por lo que el personal debe seguir el protocolo de mantenimiento, tomar las precauciones debida, usar los EPP's y estar preparado para cualquier eventualidad. La primera y principal precaución que se debe tomar en el mantenimiento de un transformador es el desenergizado o puesta a tierra de las bobinas para descargar cualquier acumulación de carga eléctrica producto de su operación, y evitar así cualquier transiente o shock eléctrico. Este tipo de transiente de bobina es tremendamente peligroso y puede ser causa de muerte. Se debe tener mucha precaución al tomar medidas manualmente de voltaje y/o corriente en baja tensión. Nunca en alta tensión

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: TRABAJOS EN MANTENIMIENTO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Arco Eléctrico.- El riesgo del arco eléctrico esta latente en toda instalación eléctrica, y el riesgo es mayor a mayor tensión de operación. El arco eléctrico puede darse en el momento menos oportuno cuando se realizan maniobras con transformadores, debido a malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores o descargas disruptivas, por lo que particularmente el personal técnico y de mantenimiento eléctrico es el que siempre

está expuesto alto grado a un riesgo o falla de este tipo. Cabe indicar que el momento más crítico en que se puede dar este tipo de falla es en el momento en que el transformador está energizado y/o se realiza alguna maniobra en caliente.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ARCO ELÉCTRICO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Manejo eléctrico por Rayos y descargas atmosféricas.

En caso de una descarga por tormenta eléctrica, el transformador, debe tener un sistema seguro de protección contra descargas eléctricas (pararrayos), sumado a esto la tierra o sistema de aterrizamiento correspondiente debe estar en buen estado, de darse una descarga por medio de un rayo y el sistema de descarga a tierra no esta en estado óptimo, puede afectar directa o indirectamente a los técnicos, personas o bienes que se encuentren en el radio de riesgo de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: MANEJO ELÉCTRICO, RAYOS Y TORMENTAS ELÉCTRICAS-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Contacto Directo.- El contacto directo con partes activas mientras en un transformador se da por negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, un

contacto directo implica alto riesgo de electrocución y quemaduras. A mayor voltaje mayor el riesgo de daño.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: CONTACTO DIRECTO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Contacto Indirecto.- Cuando se trabaja en electricidad con transformadores, los técnicos y no técnicos están expuestos a descargas eléctricas por contactos indirectos, pues son riesgos por fallas de aislamiento que no se ven, solo se sienten cuando la persona sufre el shock eléctrico. En una industria debemos considerar la posibilidad de shock por contacto indirecto, una condición de riesgo que constante. Bajo cualquier condición de falla un transformador puede realizar la descarga por el lugar menos indicado, por lo que hay que tomar todas las precauciones de contacto indirecto para minimizar el riesgo

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: CONTACTO INDIRECTO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Cortocircuitos.- Cuando se da un cortocircuito en los devanados internos de un transformador, es inminente el riesgo de explosión dependiendo del nivel de tensión de operación, con alto nivel de riesgo para las personas que se encuentran en el rango de acción de la falla. Se debe considerar el peligro de explosión del tanque según la ubicación del mismo, ya que es posible que alguna parte producto de la explosión impacte alguna persona. De darse un cortocircuito externo las protecciones del transformador actuarían para proteger el equipo mas no a las personas, ya que para eso están ajustadas, por lo tanto se debe estar consciente del nivel de riesgo y se deben considerar y anticipar las protecciones adecuadas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: CORTOCIRCUITOS-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Electricidad Estática.- No genera peligro inminente de descarga eléctrica a través del transformador. Se presentan problemas y daños cuando se manejan sin precaución ciertos circuitos electrónicos.

Uno de los peores riesgos se presenta cuando el transformador se encuentra en áreas, donde se manejan gases y combustibles o líquidos volátiles. El personal que opere en estas áreas deberá tratar la electricidad estática que se almacena en el

cuerpo con mucho cuidado y descargarse periódicamente, ya que una pequeña chispa puede desencadenar un incendio o una explosión.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ELECTRICIDAD ESTATICA-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | | 1 | 3 | | |

Equipo eléctrico defectuoso, falla en los sistemas de mando y control, conexiones, aislamiento eléctricos.

Si el transformador está defectuoso eléctricamente, el riesgo de una falla eléctrica aumenta considerablemente, ya que puede generar fallas internas y/o externas graves, incrementando el riesgo para las personas ubicadas en el área de acción de la posible falla eléctrica o accidente. A medida que se elevan o se consideran niveles elevados de tensión las condiciones de riesgo se multiplican.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: EQUIPO DEFECTUOSO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Sobrecarga.- Si el transformador esta sobrecargado las protecciones contra temperatura, sobrecorriente, etc. actuarían de darse el caso. La sobrecarga continua

disminuye la vida útil del equipo y en el peor de los casos provocaría una pérdida de aislamiento que terminaría en un cortocircuito y explosión, a mayor tensión mayor riesgo para las personas ubicadas en el área de acción de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SOBRECARGA-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Tensión de Contacto.- Un transformador en operación siempre tiene riesgos de que sus partes generen tensiones de contacto. Los riesgos son altos, por lo tanto es factible recibir un shock eléctrico por tensión de contacto en partes metálicas. Es necesario tomar las precauciones ante el riesgo y no tocar las partes metálicas del mismo, hasta tener la certeza técnica de poder realizarlo

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TENSIÓN DE CONTACTO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Tensión de paso.- Un transformador puede generar una tensión de paso en cualquier momento, debido a fallas propias, fallas externas o Transientes. El riesgo de recibir

un shock eléctrico por tensión de paso es impredecible, por lo tanto se deben tomar las precauciones correspondientes

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TENSIÓN DE PASO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 5 | |

4.2.2.4 FACTORES QUIMICOS

Vapores de pintura líquida o aceite.- Se utiliza pintura anticorrosiva para protección del equipo, los vapores son fuertes y pueden afectar al operador eléctrico mientras realiza su trabajo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VAPORES DE PINTURA-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

Aerosoles.- se utilizan pinturas de aerosoles para protección anticorrosiva del equipo, los vapores son fuertes y pueden afectar al operador eléctrico mientras realiza su trabajo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: AEROSOL-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

Manipulación de químicos (aceite dieléctrico).- El transformador fue llenado o procesado en la fábrica con líquido dieléctrico no PCB de acuerdo con los Reglamentos Federales 40 CFR 761, relacionados con el Bifenilo Policromado (PCB), conocido como ASKAREL. Se necesita tomar las precauciones necesarias para que no se produzca contaminación por PCB, por contacto o inhalación, cuando se llene en el campo o se le de mantenimiento al transformador. Este compuesto químico es altamente cancerígeno y esta presente en los gases que emana el aceite del transformador

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: MANIPULACIÓN DE ACEITE DIELECTRICO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

4.2.2.5 FACTORES ERGONÓMICOS

Sobreesfuerzo físico.- La operación de montaje y mantenimiento de transformadores con lleva un sobreesfuerzo físico por el tipo de trabajo que se realiza, el trabajo en altura, de darse el caso en una subestación según el tamaño de la industria y por el espacio físico que muchas hay que desplazarse cuando el trabajo se realiza a nivel industrial. En general las condiciones de trabajo en transformadores son exigentes, además el clima, humedad y otros, hacen inevitables estas condiciones

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SOBRESFUERZO FISICO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | 1 | | | | 2 | | | 5 | |

Levantamiento manual de objetos.- Siempre es necesario el levantamiento de objetos como cajas de herramientas, cables, etc., relacionados al montaje, operación y mantenimiento eléctrico del transformador.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: LEVANTAMIENTO MANUAL DE OBJETOS-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Posición forzada o mala posición de trabajo (de pie, sentada, encorvada, acostada). Pueden darse malas posiciones al trabajar en condiciones de riesgo eléctrico por la tensión del trabajo y por los espacios reducidos.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: POSICION FORZADA/MALA POSICION DE TRABAJO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Equipos de protección personal inadecuados.- Existen empresas que le dan poca importancia al riesgo eléctrico y a la seguridad industrial, consideran como un gasto la protección eléctrica del personal y suministran equipos de protección personal inadecuados para el trabajo eléctrico.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL INADECUADOS-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

4.2.2.6 FACTORES PSICOSOCIALES

Turnos rotativos.- En las empresas que trabajan turnos rotativos por lo general dan las condiciones adecuadas de seguridad para este tipo de trabajo

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------------------|------|---------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TURNOS ROTATIVOS-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑO | DAÑO | EXTREMADAMENTE DAÑO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Trabajo a presión.- El trabajo eléctrico con generadores se ejecuta con mucha presión debido al grado de responsabilidad que ello implica.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------------------|------|---------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TRABAJO A PRESION-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑO | DAÑO | EXTREMADAMENTE DAÑO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Alta responsabilidad.- El trabajo eléctrico realizado en y con transformadores implica una alta responsabilidad

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------------------|------|---------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ALTA RESPONSABILIDAD-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑO | DAÑO | EXTREMADAMENTE DAÑO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | 1 | | | | 6 | | | 6 | |

Sobrecarga mental.- Es necesario que las personas que trabajan con transformadores eléctricos tengan un nivel bajo de sobrecarga mental, debido al riesgo que ello implica.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SOBRECARGA MENTAL-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Minuciosidad de tarea.- Los trabajos relacionados con transformadores eléctricos son minuciosos, ya que la tarea debe ser bien realizada. Cualquier error o trabajo en tensión, no realizado con la debida responsabilidad puede tener graves consecuencias.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: MINUCIOSIDAD DE TAREA-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Déficit de comunicación.- En trabajos o maniobras con transformadores eléctricos la mala comunicación nos mantiene sobre un alto nivel de riesgo y conlleva a cometer graves errores.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: DEFICIT DE COMUNICACION-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Inadecuada supervisión.- Una inadecuada supervisión en el montaje, operación y mantenimiento de un transformador presenta riesgo de falla de procedimiento en maniobras eléctricas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------------------|------|---------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: INADECUADA SUPERVISION-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑO | DAÑO | EXTREMADAMENTE DAÑO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Relaciones interpersonales inadecuadas o deterioradas.- En transformadores una mala relación implica un alto riesgo eléctrico, ya que no hay comunicación ni entendimiento

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-------------------|------|---------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: RELACIONES INTERPERSONALES INADECUADAS-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑO | DAÑO | EXTREMADAMENTE DAÑO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Desmotivación.- Un operador eléctrico de transformadores desmotivado implica un riesgo, su desmotivación lo puede llevar a hacer un mal trabajo o a cometer un error en una instalación eléctrica.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: DESMOTIVACION-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | | 3 | | 5 | |

4.2.2.7 FACTORES DE RIESGOS MAYORES

Recipientes o elementos a presión.- El tanque del transformador maneja altas presiones que pueden ser motivo de accidentes en caso de falla de la válvula de alivio, riesgo que se transforma en falla eléctrica de darse el caso de un arco eléctrico, que termina en la explosión inminente del tanque y del transformador que puede afectar a las persona que se encuentran en el área de riesgo de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: MANEJO DE INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 5 | |

Sistema eléctrico defectuoso.- Si el sistema eléctrico esta defectuoso el riesgo es muy alto y en cualquier momento puede ocurrir un accidente o falla eléctrica con daños para el equipo y el personal.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SISTEMA ELECTRICO DEFECTUOSO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Depósito y acumulación de polvo.- Es frecuente la acumulación de polvo, pero el daño no es inmediato si los mantenimientos son frecuentes. La presencia de humedad o lluvia en contacto con el polvo, crea una superficie conductora muy peligrosa, causante de arcos y descargas eléctricas

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: DEPOSITO Y ACUMULACION DE POLVO-TRANSFORMADOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

4.3 MOTORES ELECTRICOS

4.3.1 INTRODUCCIÓN

Alrededor del 70% del consumo de la energía eléctrica generada se debe al funcionamiento de los motores eléctricos. Incontables ejemplos de su aplicación, se tienen en la industria, el comercio, los servicios y el hogar. Es significativo el hecho de que los motores eléctricos, suministran en su mayor parte, la energía que mueve los accionamientos industriales, por lo que antes de instalar, operar o efectuar mantenimiento en motores eléctricos, Todos los que trabajan con instalaciones eléctricas, sea con montaje, manejo o con mantenimiento, deben ser permanentemente informados y actualizados sobre las normas e instrucciones de seguridad inherentes al trabajo, y aconsejados a seguirlos. El responsable deberá certificarse antes de iniciar el trabajo de que todo fue debidamente observado, y avisar a su gente sobre los peligros y cuidados que existen y deben tener al efectuar el trabajo propuesto. Los motores de este tipo cuando son utilizados inadecuadamente o si reciben un mantenimiento incorrecto o si son intervenidos por personas sin calificación, pueden causar graves accidentes con perjuicios materiales y personales. Por eso, se recomienda que los servicios deban ser efectuados por personal calificado. Se entiende por personal calificado a las personas que, en función de su entrenamiento, experiencia, nivel de instrucción, conocimientos de normas relevantes, especificaciones, normas de seguridad y prevención de accidentes, y conocimiento de las condiciones de funcionamiento,

hayan sido autorizadas por los responsables para la ejecución de los trabajos necesarios y sepan evitar posibles peligros. Equipos para combatir los incendios y avisos sobre primeros auxilios no deben faltar en el local de trabajo, debiendo estar en lugares bien visibles y accesibles.



Fig. 13. Motor eléctrico trifásico

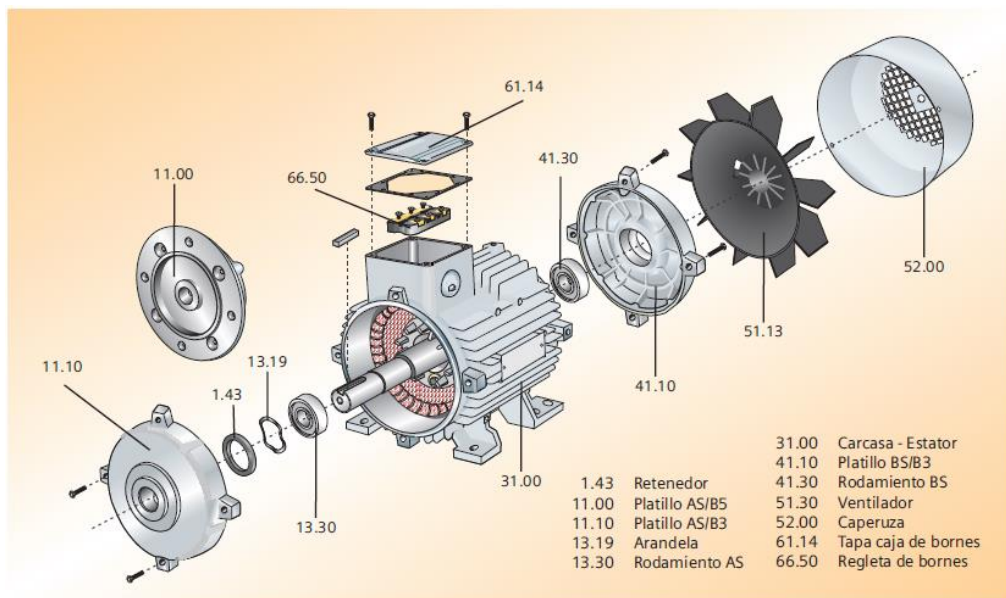


Figura 14. Partes y despiece de un motor eléctrico

4.3.2 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN, ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CONTROL DE RIESGOS.- FACTORES DE RIESGO ELECTRICO - LISTADO DE INCIDENTES EN UN MOTOR ELECTRICO

4.3.2.1 FACTORES FÍSICOS

Temperatura elevada.- Las elevaciones de la temperatura del devanado de los motores se clasifican en grados Celsius sobre una temperatura ambiente de 40 °C. Las elevaciones de la temperatura que alcanzan los 80 °C, 105 °C o 125 °C se llaman de Clase B, F y H respectivamente para rangos continuos. Las temperaturas de entrada de aire al motor mayores que 40 °C provocarán elevaciones de temperatura más altas, que requerirán el derrateo de la salida del motor para evitar daños.

Uno de los parámetros más importantes de control en un motor es el control de la temperatura.

La elevación de la temperatura de los devanados internos del motor y de partes terminales del motor como las conexiones eléctricas que requieren ajuste, se pueden convertir en puntos calientes motivo de pérdida de aislamiento son causa de fallas eléctricas, corto circuitos y/o explosión que actúan directamente sobre personas y bienes ubicados en el rango de acción de la falla. Mientras mayor es la capacidad y más alta es la tensión del motor, mas alto es el riesgo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TEMPERATURA ELEVADA-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Ruido.- Al hablar de motores eléctricos siempre se está expuesto niveles considerables de ruido. Siempre que un motor se encuentra en operación, los niveles de ruido en una industria pueden llegar hasta 120 decibeles o más. El ruido agota y afecta directamente el estado psicológico y mental de una persona. Un operador o persona sometido o expuesto a altos niveles de ruido, mayores a 70 decibeles según la norma, por un tiempo considerable, esta sujeto a cometer errores en su labor, a perder su concentración y a actuar torpemente.

En el caso de técnicos que operan con electricidad, este agotamiento lleva a cometer errores que pueden desencadenar en fallas eléctricas y peor aun en contactos directos o indirectos que afecten su integridad y de las personas que se encuentren en el área de riesgo de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: RUIDO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Vibración.- Una de las causas importantes para una posible falla eléctrica se da por los niveles de vibración, incrementándose el nivel de riesgo cuando el anclaje del motor no es el adecuado.

La vibración se da por efectos mecánicos debido al movimiento de partes o elementos rotativos y por vibración eléctrica debido a que todo conductor en el que se da un nivel de tensión está sometido a un nivel de vibración eléctrica, la cual es mayor si mayor es su nivel de tensión. En ambos casos los niveles de vibración producen deterioro, desajuste o aflojamiento de las partes. Todas las partes como los terminales, tuercas, hexagonales y en general partes sometidas a contacto eléctrico tienden a perder el ajuste por vibración eléctrica y por temperatura. Cuando se da un desajuste por vibración en algún terminal eléctrico, este produce un mal contacto, el incremento de la resistencia y temperatura al paso de la corriente eléctrica ocasionan un punto caliente, deterioro en el conductor, en su aislamiento y posteriormente la falla eléctrica

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VIBRACIÓN-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Presiones anormales (Presión atmosférica, altitud geográfica).

Los motores son dimensionados para operar a altitudes hasta 1000 msnm. Las presiones anormales debido a la presión atmosférica o altitud geográfica pueden ocasionar fallas eléctricas por sobrecarga, ya que si no se considera el derrateo en el transformador la falla por falta de potencia será inminente. Esta falla por sobrecorriente para compensar la potencia del motor ocasionará la operación de las protecciones del generador en caso de estar consideradas. Pero en caso de no estar consideradas o de no actuar las protecciones, el motor sufrirá sobrecarga eléctrica, deterioro de su capacidad de conducción en el devanado, corto circuito y explosión, lo que puede ocasionar accidentes graves en el personal que se encuentre en el radio de acción de la falla. Mientras mayor sea el nivel de tensión mayor será el efecto de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: PRESIONES ANORMALES-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Ventilación insuficiente (fallas en renovación de aire).- Las temperaturas de entrada de aire al motor mayores que 40 °C provocarán elevaciones de temperatura

más altas, que requerirán el derrateo de la salida de potencia del motor para evitar daños. Esta elevación de temperatura reduce la capacidad de conducción de los devanados, disminuye la vida útil del equipo y problemas por temperatura en el motor. La alta temperatura produce fallas mecánicas en los rodamientos, mal funcionamiento de los equipos de control y protección, poca capacidad de enfriamiento y deteriora el aislamiento del equipo, situaciones que terminan en una elevada sobrecorriente y en una inminente falla eléctrica o electromecánica, sumado a la sofocación por temperatura del personal de servicio, y al alto riesgo que está expuesto el personal que opera en el rango de acción de la falla eléctrica.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VENTILACIÓN INSUFICIENTE-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 5 | |

4.3.2.2 FACTORES MECÁNICOS

Inadecuado.- La mala señalización o la falta de la misma, puede provocar graves accidentes eléctricos. En muchas industrias no se toma ninguna precaución respecto a la señalización de los peligros latentes. Una de las principales señales que se deben colocar en una industria es el nivel de tensión de los equipos con los que se trabaja. El operario en muchos casos tampoco toma conciencia de la responsabilidad que implica no tener una buena señalización hasta que sufre un accidente. Trabajar con

motores implica un riesgo eléctrico que debe ser considerado en el control. Operación y mantenimiento.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: INADECUADOS, MALA SEÑALIZACIÓN-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Espacio físico reducido.- El operar con motores en espacios físicos reducidos presenta un alto nivel de riesgo, ya que se reduce el espacio de maniobra y en caso de sufrir una falla o shock eléctrico hay una alta posibilidad de quedar atrapado con alto riesgo de muerte.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ESPACIO FÍSICO REDUCIDO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Maquinaria desprotegida.- El motor eléctrico puede tener sus partes eléctricas desprotegidas, lo que puede ser causa de riesgo, ya que un obrero o técnico bajo cualquier condición puede tener un accidente, resbalar y/o colocar cualquier parte

de su cuerpo en contacto directo o indirecto con las partes desnudas en tensión y sufrir una descarga y accidente eléctrico.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: MAQUINARIA DESPROTEGIDA-MOTOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | 2 | | | 2 | | | 5 | |

Circulación de maquinaria y vehículos en áreas de trabajo.- Circulación de montacargas por zona de seguridad a través de áreas de trabajo debe realizarse con mucha precaución. Puede darse el arrastre y ruptura de cables con tensión, o choques contra equipos y partes eléctricas, lo que puede ocasionar accidentes eléctricos y mecánicos sobre las personas involucradas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: CIRCULACIÓN DE MAQUINARIA EN AREAS DE TRABAJO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Superficies o materiales calientes.- Los motores están normalmente diseñados para operar a temperatura ambiente a 40°C y para aislamiento clase F a 155°C. Por lo general la temperatura de la carcasa aumenta dependiendo de la aplicación y el tipo

de aislamiento del motor. No es usual que se den quemaduras por contacto de la carcasa del motor a menos que alguna persona se quede aprisionada por algún período de tiempo contra el motor mientras está en funcionamiento.

Es necesario evitar que la carcasa caliente del motor esté en contacto con cables eléctricos de control y/o de fuerza debido a que es posible un deterioro en la funda de aislamiento del cable que puede ser motivo de falla eléctrica

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SUPERFICIES CALIENTES-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

4.3.2.3 FACTORES ELECTRICOS

Trabajos en mantenimiento eléctrico.- En mantenimiento eléctrico arranque y pruebas de un motor se pueden dar todo tipo de fallas, por lo que el personal debe seguir el protocolo de mantenimiento, tomar las precauciones debida y usar los EPP's y estar preparado para cualquier eventualidad

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TRABAJOS EN MANTENIMIENTO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | 1 | | | | 5 | |

Arco Eléctrico.- El riesgo del arco eléctrico esta latente en toda instalación eléctrica, en el caso de un motor el riesgo es mayor a mayor tensión de operación. El arco eléctrico puede darse en el momento menos oportuno en equipos relacionados al funcionamiento del motor, debido a malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores, tablero de control del motor, por lo que particularmente el personal técnico y de mantenimiento eléctrico es el que siempre está expuesto alto grado a un riesgo o falla de este tipo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ARCO ELÉCTRICO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | 6 | | |

Manejo eléctrico por Rayos y descargas atmosféricas.

En caso de una descarga por tormenta eléctrica el área donde se encuentra el motor debe tener un sistema seguro de protección contra descargas eléctricas (pararrayos), sumado a esto la tierra o sistema de aterrizamiento del mismo debe estar en buen estado, ya que de darse una descarga por medio de un rayo, esta debe descargarse directamente a tierra, salvo que el aterrizamiento no esté en buen estado y el voltaje flotante afecte directa o indirectamente al motor, a los técnicos, personas o bienes, que se encuentren en el radio de riesgo de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: MANEJO ELÉCTRICO, RAYOS Y TORMENTAS ELÉCTRICAS-MOTOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Contacto Directo.- El contacto directo con partes activas mientras el motor eléctrico esta operando se da por negligencia de técnicos o impericia de no técnicos, un contacto directo implica alto riesgo de electrocución y quemaduras. A mayor voltaje mayor el riesgo de daño.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: CONTACTO DIRECTO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | | | 3 | | 2 | | | 6 | |

Contacto Indirecto.- El contacto indirecto en motores se da cuando los devanados del motor han perdido aislamiento, se da algún tipo de contacto o fuga de corriente a través de la carcasa y partes metálicas relacionadas con el motor. Son fallas de aislamiento y por lo general ocurren cuando alguna persona entra en contacto sin precaución sobre la carcasa o partes relacionadas al equipo y recibe un shock eléctrico. A mayor tensión, mayor riesgo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: CONTACTO INDIRECTO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Cortocircuitos.-Cuando se da un cortocircuito en los devanados internos de un motor es inminente el riesgo de explosión, dependiendo del nivel de tensión de suministro, con alto nivel de riesgo para las personas que se encuentran en el rango de acción de la falla. De darse un cortocircuito externo las protecciones del motor actuarían para proteger el equipo mas no a las personas, ya que para eso están ajustadas, por lo tanto se debe estar consciente del nivel de riesgo y se deben considerar y anticipar las protecciones adecuadas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: CORTOCIRCUITOS-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Electricidad estática.- No genera peligro inminente de descarga eléctrica para las personas a más de un cosquilleo cuando se toca una superficie cargada que se descarga a través del cuerpo.

Se presentan problemas y daños cuando se manejan sin precaución ciertos circuitos electrónicos.

Se presenta un alto riesgo cuando el motor se encuentra en áreas, donde se manejan gases y combustibles o líquidos volátiles. El personal que opera en estas áreas y condiciones, deberá tratar la electricidad estática que se almacena en el cuerpo con mucho cuidado y descargarse periódicamente, ya que una pequeña chispa puede desencadenar un incendio o una explosión.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ELECTRICIDAD ESTÁTICA-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

Equipo eléctrico defectuoso, falla en los sistemas de mando y control, conexiones, aislamiento eléctricos.

Si el motor está defectuoso eléctricamente, el riesgo de una falla eléctrica aumenta considerablemente, ya que puede generar fallas internas y/o externas graves, incrementando el riesgo para las personas ubicadas en el área de acción de la posible falla eléctrica o accidente. A medida que se elevan o se consideran niveles elevados de tensión las condiciones de riesgo se multiplican.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: EQUIPO DEFECTUOSO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | | 3 | | 2 | | | | 7 |

Sobrecarga.- Si el generador esta sobrecargado las protecciones contra temperatura, sobrecorriente, etc. actuarían de darse el caso. La sobrecarga continua disminuye la vida útil del equipo y en el peor de los casos provocaría una pérdida de aislamiento que terminaría en un cortocircuito y explosión, a mayor tensión mayor riesgo para las personas ubicadas en el área de acción de la falla.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SOBRECARGA-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Tensión de Contacto.- Un motor eléctrico puede generar una tensión de contacto cuando los devanados del motor han perdido aislamiento y/o existe fuga de corriente a través de la carcasa o partes metálicas relacionadas con el motor. Por lo general se da el caso de que alguna persona pone en contacto alguna parte de su cuerpo con partes externas del motor y recibe el shock eléctrico. A mayor tensión, mayor riesgo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TENSIÓN DE CONTACTO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Tensión de paso.- Las tensiones de paso, son picos de voltaje que pueden ocasionar un shock eléctrico cuando una persona está en contacto con las partes exteriores del motor. Estas tensiones de paso se pueden dar en los momentos de picos de voltaje altos, usualmente en el arranque y parada del motor.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TENSIÓN DE PASO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

4.3.2.4 FACTORES QUIMICOS

Vapores de pintura líquida o aceite.- Se utiliza pintura anticorrosiva para protección del equipo, los vapores son fuertes y pueden afectar al operador eléctrico mientras realiza su trabajo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: VAPORES DE PINTURA-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

Aerosoles.- se utilizan pinturas de aerosoles para protección anticorrosiva del equipo, los vapores son fuertes y pueden afectar al operador eléctrico mientras realiza su trabajo.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: AEROSOLESMOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

4.3.2.5 FACTORES ERGONÓMICOS

Sobreesfuerzo físico.- La operación de montaje y mantenimiento eléctrico de motores, con lleva un sobreesfuerzo físico. En general las condiciones de trabajo a nivel industrial son fuertes, el clima, humedad y otros, hacen inevitables estas condiciones

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: SOBRESFUERZO FISICO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Levantamiento manual de objetos.- Siempre es necesario el levantamiento de objetos como cajas de herramientas, cables, etc., relacionados al montaje, operación y mantenimiento eléctrico de motores.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: LEVANTAMIENTO MANUAL DE OBJETOS-MOTOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | 1 | | | | 2 | | | 5 | |

Posición forzada o mala posición de trabajo (de pie, sentada, encorvada, acostada). Pueden darse malas posiciones al trabajar en condiciones de riesgo eléctrico por la tensión del trabajo y por los espacios reducidos.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV FACTOR DE RIESGO: POSICION FORZADA/MALA POSICION DE TRABAJO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Equipos de protección personal inadecuados.- Existen empresas que le dan poca importancia al riesgo eléctrico y a la seguridad industrial, consideran como un gasto la protección eléctrica del personal y suministran equipos de protección personal inadecuados para el trabajo eléctrico.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL INADECUADOS-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

4.3.2.6 FACTORES PSICOSOCIALES

Turnos rotativos.- Hay industrias donde la producción es continua y se trabaja en turnos rotativos. Dando las condiciones adecuadas de seguridad para este tipo de trabajo

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TURNOS ROTATIVOS-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Trabajo a presión.- Gran parte del trabajo con motores eléctricos se ejecuta con presión debido al grado de responsabilidad que ello implica y necesidad de poner operativo el equipo en el menor tiempo posible.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|-----------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: TRABAJO A PRESION-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | NINGUNA GESTIÓN | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | 1 | | | | 2 | | | 6 | |

Alta responsabilidad.- Todo trabajo eléctrico realizado en y con motores implica una alta responsabilidad

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: ALTA RESPONSABILIDAD-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | 1 | | | | 2 | | | 6 | |

Sobrecarga mental.- Es necesario que las personas que trabajan con motores eléctricos tengan un nivel bajo de sobrecarga mental, bebido al riesgo que ello implica

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SOBRECARGA MENTAL-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

Minuciosidad de tarea.- Los trabajos relacionados con motores eléctricos son minuciosos, ya que la tarea debe ser bien realizada.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: MINUCIOSIDAD DE TAREA-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | 1 | | | | 2 | | | 6 | |

Déficit de comunicación.- Una mala comunicación cuando se trabaja con motores eléctricos nos mantiene sobre un alto nivel de riesgo y conlleva a cometer graves errores.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: DEFICIT DE COMUNICACION-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | 2 | | | 2 | | | | 7 |

Inadecuada supervisión.- Presenta riesgo de falla de procedimiento en maniobras eléctricas

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: INADECUADA SUPERVISION-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Relaciones interpersonales inadecuadas o deterioradas.- En generación una mala relación implica un alto riesgo eléctrico, ya que no hay comunicación ni entendimiento

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: RELACIONES INTERPERSONALES DETERIORADAS-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | 2 | | | 2 | | | 6 | |

Desmotivación.- Un operador eléctrico desmotivado implica un riesgo, su desmotivación lo puede llevar a hacer un mal trabajo o a cometer un error en una instalación eléctrica.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: DESMOTIVACION-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | | 2 | | 4 | | |

4.3.2.7 FACTORES DE RIESGOS MAYORES

Manejo de inflamables y/o explosivos.- En estaciones donde se manejan inflamables y/o explosivos, los motores recomendados son a prueba de explosión y se deben cumplir los protocolos de operación y mantenimiento para minimizar el riesgo eléctrico

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: MANEJO DE INFLAMABLES Y/O EXPLOSIVOS-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DAÑINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | | 3 | | | 3 | | 2 | | | | 8 |

Sistema eléctrico defectuoso.- Si el sistema eléctrico esta defectuoso el riesgo es muy alto y en cualquier momento puede ocurrir un accidente o falla eléctrica con daños para el equipo y el personal.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: SISTEMA ELECTRICO DEFECTUOSO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DANINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| | 2 | | | | 3 | | 2 | | | | 7 |

Depósito y acumulación de polvo.- Es frecuente la acumulación de polvo, hay un riesgo, pero el daño no es inmediato si los mantenimientos son frecuentes. En presencia de humedad puede ocasionar arcos eléctricos y/o descargas eléctricas.

| CUALIFICACIÓN O ESTIMACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO - METODO TRIPLE CRITERIO – PGV | | | | | | | | | | | |
|--|-------|------|--------------------|--------|-----------------------|---|---|------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------|
| FACTOR DE RIESGO: DEPOSITO Y ACUMULACION DE POLVO-MOTOR | | | | | | | | | | | |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | | | GRAVEDAD DEL DAÑO | | | VULNERABILIDAD | | | ESTIMACION DEL RIESGO | | |
| BAJA | MEDIA | ALTA | LIGERAMENTE DAÑINO | DAÑINO | EXTREMADAMENTE DANINO | BAJA (Alta gestión de prevención de riesgos) | MEDIA (Mediana gestión de prevención de riesgos) | ALTA (Ninguna Gestión) | RIESGO MODERADO | RIESGO IMPORTANTE | RIESGO INTOLERABLE |
| 1 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | |

CAPITULO 5

EVALUACIÓN DE RIESGOS

5.1 EVALUACIÓN DE MATRIZ DE RIESGO Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

La matriz de riesgos es la matriz oficial avalada por la resolución No. 220 del Ministerio de Relaciones Laborales del Ecuador. Adicionalmente se ha completado la matriz de riesgos, en base a la experiencia y conocimiento de las normas relacionadas con la seguridad, riesgos y accidentes ocurridos durante montajes electromecánicos y operación de los equipos motivo de este trabajo.

Se han elaborado también las matrices de gestión preventiva con las correspondientes fuentes de posibles accidentes, sugiriéndose las debidas recomendaciones para la toma de acciones de control, mecanismos, protecciones y complementos para prevención de accidentes y minimización de riesgos eléctricos en la industria.

[Identificación y Cualificación Matriz de Riesgos-José Luis Patiño Vélez.xls](#)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

Una vez aplicado el modelo de análisis elegido y luego de haber evidenciado la presencia de un nivel de riesgo, podemos concluir que una parte de la Industria se encuentra en una situación de riesgo eléctrico importante donde se deben adoptar medidas de control urgentes encaminadas principalmente a corregir y adoptar métodos de control y de estandarización de los procedimientos realizados, tanto en la parte administrativa, operativa y de control de gestión.

Se evidencia también en ciertas industrias la falta de capacitación, constancia en los procedimientos e información respecto a los niveles de riesgo, además del poco uso y baja calidad de los equipos de protección personal.

El uso de los EPP's en la protección contra accidentes, son una cultura de prevención de riesgos, a la que no se está completamente adaptado. Si bien en nuestro medio esta cultura no es una norma general, es importante analizar el estudio de riesgos como una prioritaria gestión para la prevención de accidentes y para el mejoramiento eficaz de la producción en la industria. Un obrero con un elevado nivel de seguridad, capacitación y confiabilidad mejora su capacidad de producción.

En vista de la prioridad de una gestión de riesgos, también se menciona y recomienda constantemente a los departamentos de seguridad, el uso obligatorio de los EPP's en el personal de mantenimiento y operación, y en el personal que de

alguna manera está relacionado con generadores, transformadores y motores.

RECOMENDACIONES.

Las recomendaciones realizadas para la implementación de seguridad de equipos eléctricos en la industria según el estudio realizado en generadores, motores y transformadores se detallan en los cuadros de gestión preventiva, lo que nos presenta un nivel de riesgos para cada equipo y para cada planta industrial acorde al modelo de la matriz de riesgos, y nos anticipa una idea clara de los posibles eventos para la prevención de accidentes y mejora del factor de riesgo.

Se recomienda tomar este estudio como patrón, e implantar un modelo de gestión encaminado a analizar, estandarizar, corregir y mejorar los niveles de riesgo de cada industria que considere la seguridad como una prioridad en la prevención de accidentes eléctricos y la mejora de las condiciones de trabajo acorde a cada sistema de producción, considerando los métodos y procedimientos propios de cada sector industrial.

ANEXOS.

LEGISLACIÓN ECUATORIANA

CODIFICACIÓN DEL CÓDIGO DEL TRABAJO, 1997

TITULO IV - DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO - ANEXO 1

CAPITULO I - Determinación de los Riesgos y de la Responsabilidad del Empleador

Art. 418.- Preceptos para la prevención de riesgos.- El Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo y los inspectores del trabajo exigirán a los propietarios de talleres o fábricas y de los demás medios de trabajo, el cumplimiento de las órdenes de las autoridades, y especialmente de los siguientes preceptos:

1. Los locales de trabajo, que tendrán iluminación y ventilación suficientes, se conservarán en estado de constante limpieza y al abrigo de toda emanación infecciosa;
2. Se ejercerá control técnico de las condiciones de humedad y atmosféricas de las salas de trabajo;
3. Se realizará revisión periódica de las maquinarias en los talleres, a fin de comprobar su buen funcionamiento;
4. La fábrica tendrá los servicios higiénicos que prescriba la autoridad sanitaria, la que fijará los sitios en que deberán ser instalados;

5. Se ejercerá control de la afiliación al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y de la provisión de ficha de salud. Las autoridades antes indicadas, bajo su responsabilidad y vencido el plazo prudencial que el Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos concederá para el efecto, impondrán una multa de conformidad con el artículo 626 de este Código al empleador, por cada trabajador carente de dicha ficha de salud, sanción que se la repetirá hasta su cumplimiento. La resistencia del trabajador a obtener la ficha de salud facilitada por el empleador o requerida por la Dirección Nacional Médico Social del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo, siempre que hubieren transcurrido treinta días desde la fecha en que se le notificare al trabajador, por medio de la Inspección del Trabajo, para la obtención de la ficha;

6. Que se provea a los trabajadores de mascarillas y más implementos defensivos, y se instalen, según dictamen del Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo, ventiladores, aspiradores u otros aparatos mecánicos propios para prevenir las enfermedades que pudieran ocasionar las emanaciones del polvo y otras impurezas susceptibles de ser aspiradas por los trabajadores, en proporción peligrosa, en las fábricas en donde se produzcan tales emanaciones; y,

7. A los trabajadores que presten servicios permanentes que requieran de esfuerzo físico muscular habitual y que, a juicio de las comisiones calificadoras de riesgos,

puedan provocar hernia abdominal en quienes los realizan, se les proveerá de una faja abdominal.

Primera.- Todos los trabajadores que ejecuten el montaje de instalaciones eléctricas, deberán obtener una licencia ante los institutos educativos de nivel artesanal calificados por el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo.

Segunda.- Para obtener la licencia que autorice la realización de trabajos eléctricos especializados, los interesados deberán acreditar mediante evaluaciones, exámenes y títulos, conocimientos en esta rama, además de ser debidamente instruidos en las disposiciones de los Reglamentos de Seguridad e Higiene del Trabajo y las del presente Reglamento. La cual deberá ser refrendada ante la entidad designada por el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo y vigilados por este mismo organismo. Las empresas están obligadas a exigir este requisito. Los fondos recaudados por el pago de las licencias, se destinarán a financiar los planes y programas del Comité.

Tercera.- El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, en base a lo establecido en el Estatuto y el Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo, colaborará técnica y pecuniariamente en la realización de los cursos de formación de técnicos en esta rama de actividad, para lo cual previamente se firmarán convenios con las entidades educativas seleccionadas para esta finalidad.

Cuarta.- Este Reglamento es complementario al Código Eléctrico Ecuatoriano, así como a las

Reglamentaciones de Seguridad dictadas por el Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL).

En caso de dudas, se deberá adicionalmente consultar las Reglamentaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Artículo final.- Encárguese de la ejecución del presente Reglamento, al Comité

Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo, las Direcciones y Subdirecciones Generales del Trabajo, al Departamento de Seguridad e Higiene del Trabajo de este Ministerio, y, a las dependencias de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

Este Reglamento entrará en vigencia desde la fecha de su publicación en el Registro Oficial.

(Registro Oficial 249, 3-11-98).

BIBLIOGRAFIA

[Máximo López Toledo, Dr. Ingeniero Industrial],

[Los riesgos eléctricos y su ingeniería de seguridad],

[http://www.ffii.es/publicaciones/libro_seguridad_industrial/LSI_Cap11.pdf],

[15, Julio, 2010]

[Universidad de Nariño],

[Programa Seguridad Industrial. Marco Legal. Aula de Informática - Universidad de Nariño-San Juan de Pasto - Colombia 2009],

[<http://www.udenar.edu.co/salud/internacional.aspx>], [18, Julio, 2010]

[Legislación Ecuatoriana],

[Codificación del Código del Trabajo, 1997, TITULO IV - DE LOS RIESGOS DEL TRABAJO – ANEXO 1],

[<http://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/WEBTEXT/47812/68395/s97ecu01.htm>],

[18, Julio, 2010]

[Legislación Ecuatoriana],

[Decreto 2393 del reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo],

[<http://www.slideshare.net/guest67e9150/decreto-2393>], [15, Julio, 2010]

[Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares],

[Norma oficial mexicana nom-001-sede-2005, instalaciones eléctricas],

[<http://bricos.com/wordpress/wp-content/uploads/2010/04/001sede.pdf>],

[03, Marzo, 2010]

[SDMO], [MANUAL DE SERVICIO Y DE MANTENIMIENTO],

[<http://grupos.emagister.com/ficheros/vcruzada?fdwn=1&idGrupo=16705&idFichero=428174>], [12, Julio, 2010]

[CUMMINS GENERATION], [Manual de aplicación de grupos electrógenos],

[<http://www.cumminspower.com/es/technical/application/t030/chapter2.jsp>],

[20, Agosto, 2010]

[WEG], [Motores eléctricos de inducción trifásicos de alta y baja tensión],

[<http://www.weg.net/files/products/WEG-motor-de-induccion-trifasico-de-alta-y-baja-tension-rotor-de-jaula-manual-espanol.pdf>], [18, Julio, 2010]

[Ministerio de Minas y Energía de Colombia],

[Resolución no. 18 1294 agosto 06 de 2008, anexo general reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE). NTC], [<http://www.scribd.com/doc/2071996/RETIE>],
[22, Julio, 2010]

[Jaime Salvado Ruiz],

[Determinación de modos de fallo y sus efectos en máquinas de la Industria Petroquímica] Proyecto fin de carrera Departamento de Ingeniería Mecánica Ingeniería Industrial marzo 2009],
[http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/8017/1/PFC_Jaime_Salvado_Ruiz.pdf],

[15, Agosto, 2010]