Instructivo para trabajo seguro en redes de distribución con inyección a red de sistemas solares FV

Modalidad: Seminario

Mario Andrés Rodríguez Gutiérrez
CC. 1.098’649.490

Sergio Arley Rueda
CC. 1.098’710’706

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Electricidad Industrial
Bucaramanga, 13 de septiembre de 2021

Instructivo para trabajo seguro en redes de distribución con inyección a red de sistemas solares FV

Modalidad: Seminario

Mario Andrés Rodríguez Gutiérrez
CC. 1.098’649.490

Sergio Arley Rueda
CC. 1.098’710.706

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Electricidad Industrial

DIRECTOR
Michael Arenas Flórez
CODIRECTOR
Lizeth Dayane Cortés Hernández

Grupo de Investigación en Energía – GIE

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Tecnología en Electricidad Industrial
Bucaramanga, 13 de septiembre de 2021

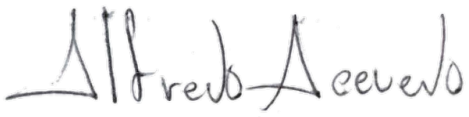
Nota de Aceptación

_____

_____

_____

_____



_____

Firma del Evaluador

Válida para seminario
UTS 2021



_____

Firma del Director

DEDICATORIA

Doy gracias a Dios, mi familia, amigos, y compañeros por ayudarme en esta parte de mi vida estudiantil para cada día llegar a realizar mis sueños de ser un profesional a mi hija que es mi motor de vida para llegar a realizar este proyecto de grado, gracias a cada uno de ellos por que influyen en mi vida profesional “que cada sueño y meta sea más real para el progreso de mi vida espiritual y profesional”

Mario Andrés Rodríguez Gutiérrez

Dedico este proyecto de grado en primer lugar a Dios por que con su ayuda todas las metas se pueden alcanzar, de igual modo lo dedico a mi familia en especial a mi esposa Yeraldin Delgado y a mi madre Irma Rueda, porque siempre han apoyado mis estudios de forma incondicional esperando verme triunfar en mi vida y alcanzar los sueños que me propongo sacrificando en ocasiones ese tiempo de pasar en familia para una mejora visible en mi vida laboral.

Sergio Arley Rueda

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios quien es el que se merece toda la nuestra Gloria por los frutos de nuestro esfuerzo por brindarnos la sabiduría necesaria para realizar este proyecto y así cumplir una pequeña meta en nuestra vida.

Agradecemos a nuestras familias quienes siempre estuvieron al pendiente de nuestro avance académico y progreso ver esos frutos en el desarrollo de nuestras vidas profesionales; también les agradecemos a ellos por su apoyo incondicional, sus palabras de mejora día con día y la fe puesta en nosotros y nuestro aprendizaje.

Agradecemos a las UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER por brindarnos la gran oportunidad de formarnos tanto académicamente como personalmente por proyectarnos hacia un mejor futuro lleno de triunfos; también agradecer a la coordinación y su cuerpo de docentes los cuales siempre brindaron lo mejor de ellos entregando su completa dedicación para la enseñanza y la entregar todo ese saber.

Gracias a los ingenieros Michael Arenas Flórez y Alfredo Rafael Acevedo Picón por su apoyo, tiempo, conocimientos y experiencias que nos transmitieron y que fueron de mucha ayuda en todo momento del semanario y durante la realización del proyecto de grado, siempre teniendo esa disposición y esa entrega integra como parte de la vocación en pro del aprendizaje. Muchas gracias a todos que hicieron parte fundamental de esta meta personal y profesional.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 10

INTRODUCCIÓN 11

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 13

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13
1.2. JUSTIFICACIÓN 15
1.3. OBJETIVOS 17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 17
1.4. ESTADO DEL ARTE 18

2. MARCO REFERENCIAL 20

2.1. MARCO CONCEPTUAL 20
2.1.1. SISTEMAS SOLARES CONECTADOS A LA RED 20
2.1.2. INVERSOR 20
2.1.3. PANEL FOTOVOLTAICO 20
2.1.4. MEDIDOR BIDIRECCIONAL 21
2.1.5. RIESGO ELÉCTRICO 21
2.1.6. PELIGROS ELÉCTRICOS 22

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 24

3.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN 25
3.1.1. FASE 1: RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS PARA REDUCIRLOS 25
3.1.2. FASE 2: PROGRAMAS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO 25
3.1.3. FASE 3: CORRECTO USO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL 25

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO 27

4.1. ELEMENTOS Y CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE UN SISTEMA FV CONECTADO A LA RED 27
4.1.1. PANEL FOTOVOLTAICO 28
4.1.2. ESTRUCTURAS DE SUJECIÓN 28
4.1.3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (PAT) 29
4.1.4. INVERSOR 29

4.1.5. VATÍMETRO 31
4.1.6. CAJA DE PROTECCIONES 32
4.1.7. MEDIDOR BIDIRECCIONAL 32
4.2. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS 33
4.2.1. IMPEDANCIA TOTAL EN EL CUERPO HUMANO 34
4.2.2. EVENTOS Y CAUSAS MÁS COMUNES DE LOS FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO 37
4.3. PROCEDIMIENTOS QUE REDUCEN LOS RIESGOS Y ACCIDENTES LABORALES 39
4.3.1. REGLAS DE ORO 39
4.3.2. PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL 41
4.3.3. ETAPAS DE LA ANÁLISIS Y EVALUACIÓN 42
4.3.4. EVALUACIÓN DEL RIESGO 42
4.3.5. ETAPAS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO: 44
4.3.6. LA EVALUACIÓN Y TOMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR ACCIDENTES 44
4.3.7. TRABAJOS EN REDES DESENERGIZADAS 46
4.4. ENCUESTA MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO 48
4.5. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA REALIZAR MANTENIMIENTO ELÉCTRICO 53
4.5.1. BOTAS DIELÉCTRICAS DE SEGURIDAD 53
4.5.2. GAFAS DE SEGURIDAD 53
4.5.3. CARETA DIELÉCTRICA 54
4.5.4. TAPETE DIELÉCTRICO 54
4.5.5. GUANTES DE VAQUETA 55
4.5.6. GUANTES DE NYLON 56
4.5.7. GUANTES DIELÉCTRICOS 56
4.5.8. CASCO DE SEGURIDAD 57
4.5.9. PROTECCIÓN IGNÍFUGA 57
4.5.10. CORREA DIELÉCTRICA 58
4.6. IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, SEGÚN LOS NIVELES DE TENSIÓN Y LA NORMATIVA CORRESPONDIENTE 59
4.7. DISEÑO DE CARTILLA O INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN EN MATERIA VISUAL CORRESPONDIENTE A LAS BUENAS PRACTICAS 62

5. RESULTADOS 63

6. CONCLUSIONES 66

7. RECOMENDACIONES 67

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68

9. ANEXOS 72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía etiquetada del panel fotovoltaico 28
Figura 2. Fotografía estructura de sujeción en techo 29
Figura 3. Inversor Fronius 30
Figura 4. Ficha técnica Inversor Fronius Primo 31
Figura 5. Fotografía caja de protecciones del sistema solar fotovoltaico 32
Figura 6. Fotografía de medidor electrónico bidireccional 33
Figura 7. Diagrama de riesgos presentes en instalaciones eléctricas 34
Figura 8. Gráfica impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente alterna de 50 y 60 Hz que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120 35
Figura 9. Gráfica impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente continua que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120 36
Figura 10. Diagrama de Respuestas del cuestionario de riesgo eléctrico 52
Figura 11. Botas dieléctricas de seguridad 53
Figura 12. Gafas de seguridad 54
Figura 13. Careta dieléctrica 54
Figura 14. Tapete dieléctrico 55
Figura 15. Guantes de Vaqueta 55
Figura 16. Guantes de Nylon 56
Figura 17. Guantes dieléctricos 56
Figura 18. Casco de Seguridad 57
Figura 19. Protección ignífuga 58
Figura 20. Correa dieléctrica 58
Figura 21. Análisis de respuestas erróneas correspondientes al cuestionario aplicado 64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de nivel de riesgo eléctrico. 27

Tabla 2. Impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente alterna de 50 y 60 Hz que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120. 35

Tabla 3. Impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente continua que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120. 36

Tabla 4. Reglas de oro. 39

Tabla 5. Medidas básicas de salud en el trabajo en sistemas FV con inyección a red. 45

Tabla 6. Medidas preventivas de protección a riesgos en el sistema FV. 47

Tabla 7. Implementos de protección personal, según los niveles de tensión y la normativa correspondiente. 59

Tabla 8. Clasificación de las respuestas del cuestionario aplicado según el tema correspondiente. 64

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo busca describir los riesgos eléctricos laborales existentes en las actividades de mantenimiento de sistemas fotovoltaicos con inyección a red de distribución convencional y los métodos, requisitos o elementos con los que es posible disminuir el número de accidentes materializados.

Mediante un sondeo a personas encargadas de realizar labores de mantenimiento se busca distinguir el nivel básico de conocimiento con relación al riesgo al que están expuestos y a partir de esto reunir formación necesaria de normativas vigentes donde se reglamente en Colombia el trabajo seguro para labores relacionadas al mantenimiento de redes eléctricas brindando un instructivo para minimizar el riesgo laboral y las pautas que ayuden a disminuir los accidentes.

Del sondeo realizado mediante un cuestionario a personal eléctrico que ejecutan las labores de mantenimiento en redes de distribución con inyección de sistemas fotovoltaicos se evidencia que necesitan recibir capacitaciones frecuentes relacionada a la exposición al peligro en sus tareas cotidianas y al correcto uso de elementos de protección personal para mitigar o minimizar los riesgos.

PALABRAS CLAVE: Riesgo eléctrico, mantenimiento, sistema fotovoltaico, inyección a red, accidente.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la demanda de energía eléctrica ha aumentado y las solicitudes de los usuarios para la mejora de la calidad del servicio y el suministro de energía han sido directamente proporcional a ese aumento, llevando a los usuarios a optar por generar su propia energía con métodos alternativos renovables avalados por el gobernante de sus lugares de residencia y aportando con el uso eficiente de los recursos naturales y la utilización de las nuevas tecnologías (Flórez, 2018).

Esto ha logrado que exista una interacción e información de parte y parte entre los operadores de red o prestadores del servicio de energía y los usuarios finales o consumidores mejorando la eficiencia, confiabilidad y estado de la infraestructura; cumpliendo con los requerimientos de los usuarios y disminuyendo el costo en reposición de activos eléctricos. Este hito es posible cumplirlo con un excelente manejo y mantenimiento de los sistemas ya sean del sistema fotovoltaico (SFV) o el convencional (Serrano, 2020).

Los mantenimientos que se realizan a los sistemas deben estar a cargo del Operador de Red (OR) para la red convencional y del Autogenerador a Pequeña Escala (AGPE) para la red del SFV la cual, comúnmente en los casos, estos son sistemas conectados a la red convencional en donde hace inyección de la energía generada y que excede su consumo (ESSA, 2020).

Para cumplir con diversas normatividades más adelante mencionadas, se debe garantizar la integridad y extinguir cualquier tipo de riesgos posible en los trabajadores que realizan maniobras o trabajos en la red convencional a la que está conectada un SFV. Para esto la red de distribución posee un componente de la red

inteligente logrando del mismo modo su autoabastecimiento logrando operar de manera autónoma (Rev. iberoam. bioecon. cambio clim., 2015).

La electrónica de potencia juega un papel muy importante en los sistemas de redes eléctricos garantizando que siempre estén sincronizados y operando como uno solo; dando a facilitar el control y el funcionamiento de las fuentes que lo integran ya sean convencionales o alternativas (Fossati, 2011).

Esta inclusión de la electrónica de potencia ayuda a la disminución del índice de accidentalidad por retornos no deseados o corrientes parasitas brindando seguridad y confiabilidad al trabajador que labora en redes desenergizadas (Aguilar, Merino, 2014).

En este trabajo de grado se presenta los equipos solares fotovoltaicos y la normatividad vigente que regula estos sistemas no convencionales de energía para proteger la integridad física del personal al momento de ejecutar un mantenimiento o reparación de la red de distribución convencional y a su vez los programas de prevención del riesgo, los elementos de uso obligatorio para trabajos en redes eléctricas y mediante un instructivo se mostrará el procedimiento que deben seguir tanto trabajadores como empleadores para cumplir con los requisitos que aportan al trabajo seguro en redes de distribución con inyección de sistemas solares fotovoltaicos.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al crecimiento tecnológico de los sistemas solares fotovoltaicos se evidencia un incremento en la generación de energía eléctrica de manera alternativa en Santander y por su aumento es mayor los casos de accidentes en el sector electico (Giraldo, 2018), esto es gracias a las normativas recientes impuesta por el gobierno nacional como la ley 1715 del 2014 entre otras, donde el sector residencial o industrial tiene la posibilidad de generar energía eléctrica y vender sus excedentes a las empresas electrificadoras u operador de red (OR) inyectándolas a sus redes convencionales (ESSA, 2020). Debido al crecimiento de esta forma de generar de energía se encuentra también un aumento de los riesgos a los que los trabajadores están expuestos, la mayoría de estos riesgos materializados son producto de la impericia sobre los medios de protección y prevención de estos o falta del adecuado y correcto dimensionamiento de los riesgos previo a la ejecución de las labores de instalación o mantenimiento (Geseme, 2014).

Paralelo al crecimiento descrito anteriormente y según estudios publicados en el año 2020 por la comunidad eléctrica SCIO, se demuestra que en promedio cada empresa en Colombia tiene 1.38 accidentes laborales, donde el segundo puesto son accidentes laborales relacionados con el sector eléctrico, dando por hecho que los trabajadores en este sector están expuestos a un nivel de riesgo elevado y que las afectaciones producto de accidentes son de mayor compromiso tanto en la vida de un ser vivo así como el factor económico y medioambiental (SCIO, 2020). La gravedad de estos accidentes depende de factores como la intensidad de la

corriente que pasa por a través del cuerpo y la resistencia que este posee al momento de sufrir un accidente de origen eléctrico (RETIE, 2013).

Según reporte de la Dirección Nacional Bomberos de Colombia se conoce que los eventos de emergencias de origen eléctrico corresponden al 1.2% relacionado a la totalidad de los casos atendidos en el 2019, de estos corresponden el 15% con accidentes ocurridos en sistemas solares fotovoltaicos (DNBC, 2020) y dentro de las principales causas se encuentra la falta de conocimiento del personal en los procedimientos de trabajo seguro, siendo esta producto de la ausencia de capacitación por parte de los empleadores o por la confianza excesiva y negligencia por parte de los trabajadores (Castillo, 2017). Otro factor que aumenta de manera significativa el riesgo es el incorrecto o no uso de elementos de protección personal diseñados para desarrollar las labores de mantenimiento. La materialización de accidentes de origen eléctrico ocasionados por las causas anteriormente descritas, conllevan a factores negativos como problemáticas de orden legal entre la empresa, el trabajador accidentado y la aseguradora de riesgos laborales y que a su vez se ve afectada la imagen de la empresa frente al gremio eléctrico, al mercado donde desarrollo su actividad y a la sociedad y clientes que hacen el uso final de sus productos.

Dado lo anterior surge la siguiente pregunta, ¿Qué procedimientos se deben tener en cuenta para minimizar los riesgos de origen eléctrico hacia el personal que trabaja con redes de distribución eléctrica que tienen inyección de sistemas solares fotovoltaicos?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La manipulación de equipos fotovoltaicos puede exponer a los trabajadores a descargas eléctricas o arcos eléctricos cuando las medidas de seguridad y precauciones son precarias. Las lesiones pueden ser directas (descarga eléctrica, arco eléctrico o descarga eléctrica), secundarias (caída desde una altura sin protección contra caídas en caso de impacto), infección y daño ocular. El sistema fotovoltaico puede provocar lesiones tanto en corriente alterna como en corriente continua (González, 2017).

Las empresas y AGPE de energía fotovoltaica deben comprender la importancia de garantizar un excelente plan de salud y seguridad en el lugar de trabajo lo ejecutantes de las labores puedan gozar de seguridad en los lugares y medios de trabajos aptos para desarrollas con seguridad sus actividades. Para poder llegar a esto se necesita que mediante estudios y capacitaciones aprendan a analizar los lugares peligrosos y las múltiples formas de mitigar los riesgos (Geseme, 2014).

Se es consciente de todos los aspectos positivos que trae la utilización de las energías alternativas proveniente de sistemas fotovoltaicos, pero también se debe conocer los tipos de riesgos que implica su obtención y evitar accidentes con paneles fotovoltaicos; en la operación y el mantenimiento seguros de los paneles fotovoltaicos donde se pueden representar amenazas como puntos calientes y arcos de CC. que conlleva a quemar el panel fotovoltaico pudiendo provocar un accidente mayor como incendios.

Los incendios ocasionados por una mala instalación o deficientes conexiones se deben a malas prácticas en la instalación y al uso de equipos y/o materiales que no cumplen con normativas vigentes y que fueron utilizados en la instalación. Casi la mitad se debe a descargas de arco de CC, subdescargas y el envejecimiento de las

cajas de conexiones o transistores IGBT. También es importante no ignorar los puntos calientes evitando así más accidentes (Sebastian, 2021).

Con respecto al riesgo eléctrico, la gestión de los accidentes eléctricos en el lugar de trabajo está asociada a un concepto tradicionalmente conocido como "exposición a energía eléctrica", es decir, descarga eléctrica que básicamente es un accidente eléctrico respectivo al paso de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano y a los daños generados a su paso dentro del organismo.

El ingeniero Ralph Lee publicó un artículo sobre accidentes eléctricos y quemaduras haciendo énfasis en los peligros del manejo de la electricidad y en relación a los accidentes causados por la acción de arcos eléctricos. Además de las consecuencias de la corriente eléctrica que circula por el cuerpo y que provocan principalmente quemaduras externas por influencia de la descarga producida por el arco eléctrico.

Inicialmente en muchas ocasiones no se determinaba la magnitud del peligro, por ende, no existían medidas concretas para su mitigación. Es por esto que muchas normatividades sugieren un estudio de incidentes ocasionados por la energía eléctrica para estructurar planes de seguridad integral en trabajos con redes eléctricas (Muñoz, 2015).

La necesidad de ejecutar el proyecto consiste en implementar criterios mínimos para los trabajos seguros en de redes de distribución conectadas a un sistema de generación fotovoltaica a pequeña escala diferenciando el trabajo en una red con o sin presencia de tensión, dando paso a la identificación y análisis del riesgo mejorando la seguridad de los trabajadores optando por el uso correcto de los elementos de protección personal (Velasco, Ángeles, García, 2013).

Para las UTS el presente documento realiza un aporte significativo mostrando la necesidad de cumplir con las normatividades aplicadas a los trabajadores y a los equipos instalados en los sistemas solares fotovoltaicos para disminuir los posibles accidentes de orden eléctricos que pueda ocasionar graves pérdidas tanto materiales como en el peor de los casos el de la vida humana.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Especificar instrucciones de trabajo seguro para el mantenimiento o reparación en redes de distribución con inyección a red de sistemas solares fotovoltaicos.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los riesgos laborales en el mantenimiento de sistemas fotovoltaicos para plantear según el RETIE procedimientos que reduzcan los riesgos al trabajador.
- Proponer los requisitos en seguridad y salud en el trabajo para laborar en el mantenimiento de redes de distribución con conexión de sistemas fotovoltaicos.
- Describir el uso correcto de los elementos de protección personal por parte del personal encargado de realizar las labores de mantenimientos a redes de distribución con conexión de sistemas fotovoltaicos.

1.4. ESTADO DEL ARTE

En la ejecución de labores de tipo eléctrico en sistemas de generación de energía FV se encuentran múltiples peligros como los son los de origen eléctrico, mecánico, químicos entre otros, y que en determinado escenario de materialización pueden llegar a ser letales. El peligro más común en el ámbito eléctrico es la descarga eléctrica por contacto directo o indirecto. (Gil, 2016).

La composición del cuerpo humano lo hace un buen conductor de la corriente eléctrica debido que en gran parte consta de agua ionizada. Cuando ocurre un accidente eléctrico por contacto directo o indirectos, sin diferenciar la fuente, puede llegar a ser mortal para los trabajadores. El efecto del paso de la corriente no es el mismo para todas las personas debido que influyen diversos factores como el peso corporal del trabajador, la intensidad de la corriente a la que se está expuesto y el tiempo que transcurre dicho paso por el cuerpo (Rodas, 2016).

Los trabajadores que realizan labores directas o por proximidad en redes eléctricas energizadas o sin tensión deben prever cualquier tipo de riesgo extremando medidas de seguridad haciendo el uso adecuado y necesario de los elementos de protección personal (EPP) o elementos de protección Colectivo (EPC) necesarios para minimizar la materialización de los mismos. Los riesgos de tipo eléctrico son impredecibles al igual que las consecuencias o afectaciones que puedan causar, ya sean económicas, naturales o humanas y es por eso por lo que se debe actuar de forma rápida y segura (FISO, 2015).

Los empleadores tienen un rol muy importante para la mitigación de los riesgos ya que están obligados mediante normativas vigentes impuestas por el gobierno de Colombia como lo son la resolución 5018 de 2019 o el decreto 18039 de 2004 para

la creación de controles, medidas de prevención y protección de los trabajadores que realicen labores de orden eléctricos o que estén expuestos a riesgos de este tipo; a su vez deben implementar programas de seguridad y salud en el trabajo o salud ocupacional aportando así a la reducción, control, prevención y evaluación de los riesgos (Paredes, Cruz, 2019).

Los elementos de protección personal (EPP) o elementos de protección colectivos (EPC) son considerados unas de las herramientas más efectivas y de uso obligatorio definido por las empresas para minimizar en parte los riesgos a los que está expuesto el trabajador, dado que, en la mayoría de las situaciones las fuentes de riesgo están presente y no pueden ser controladas debido al tipo de labor ejecutada; es por eso que estos elementos deben estar certificado y se le deben hacer chequeos periódicos para garantizar la efectividad de los mismo ante cualquier accidente y en la búsqueda de salvaguardar la vida humana (Morillo, Valverde, 2006).

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. SISTEMAS SOLARES CONECTADOS A LA RED

Es una configuración y conexión de componentes principales como célula o celda fotovoltaica, inversor y dispositivos de protección diseñados para producir energía eléctrica transformando la radiación solar. Este sistema en especifica no cuentan con la capacidad de almacenar energía eléctrica producida que es usada para el consumo final establecido y que inyecta a la red convencional el exceso de energía requerida por la carga.

2.1.2. INVERSOR

El módulo fotovoltaico genera electricidad con corriente continua y un voltaje de aproximadamente 36,9 V dependiendo del modelo del panel y las características eléctricas del fabricante. Esto se denomina inversor y se utiliza para alimentar el sistema eléctrico del consumidor final, pero si esa electricidad generada se desea verter o inyectar a la red convencional, necesita cumplir con los parámetros idóneos al de la red tradicional. El dispositivo que logra lo anterior es llamado inversor. Se reitera en que estos están diseñados bajo requerimiento específicos de la normatividad colombiana y que sea similar al de la red de distribución a la cual va a inyectar la energía sobrante (Gómez, 2016).

2.1.3. PANEL FOTOVOLTAICO

Es el actor principal en la generación de energía eléctrica mediante la transformación de radiación solar captada, esto es posible debido a que se generan cargas negativas y positivas entre materiales semiconductores cercanos. La principal característica de un panel o módulo solar fotovoltaico, además de la

potencia a la que puede llegar con condiciones de iluminación y temperaturas ideales, es el tipo tecnología con la cual ha sido diseñada, ya sea paneles fotovoltaicos monocristalinos, policristalinos o amorfos y que precisan el rendimiento, la eficiencia y el costo (LEA, 2015).

2.1.4. MEDIDOR BIDIRECCIONAL

El medidor bidireccional es fundamental para medición de la energía eléctrica en sistema FV con inyección a la red debido que realiza mediciones en ambos sentidos del flujo eléctrico midiendo la energía recibida por la red de distribución y la energía entregada como excedente del sistema FV cuando supera la carga requerida por el consumidor. Los medidores bidireccionales actualmente están diseñados con tecnología electrónica teniendo muchas más utilidades, tanto para la medición y facturación del OR de la red convencional, como para el usuario debido que su lectura es mucho más sencilla útil para determinar ahorro proveniente de la generación solar (Hernández, 2019).

2.1.5. RIESGO ELÉCTRICO

Son todos los escenarios donde existe la posibilidad del contacto del cuerpo humano con la energía eléctrica y donde puede llegar a ocasionar lesiones al organismo.

Consultado las normativas colombianas como lo es el RETIE, la NTC 2050 y otras fuentes de información se evidencian factores de riesgo eléctrico proveniente de fuentes como se presentan a continuación.

2.1.5.1 EL ARCO ELÉCTRICO

Es una descarga eléctrica ocurrida entre dos cuerpos con un diferencial de voltaje. Esto puede ocurrir por un mal contacto, circuito abierto bajo carga, violación a las distancias seguridad, fogueo de los aisladores, deterioro en el aislamiento de conductores, contaminación o cortocircuito.

2.1.5.2 CONTACTO DIRECTO CON PARTES ENERGIZADAS

Es básicamente el contacto de alguna parte del cuerpo de una persona con un elemento activo de un sistema eléctrico que se encuentra energizado. Se presenta comúnmente cuando una persona se expone a una red energizada sin el conocimiento, equipos de protección y herramientas necesarias para hacerlo. Para la protección es necesario mantener distancias seguras, aislar los elementos o partes energizadas, usar de forma adecuada los elementos de protección personal (EPP), entre otros métodos para la mitigación del riesgo.

2.1.5.3 CORTO CIRCUITO

Es el producto del contacto de dos terminales de un circuito eléctrico sea entre fases o fase con neutro. Esto se produce por aislamientos deficientes, falta de experiencia en el manejo de equipos y terminales activos, fuertes vientos, colisiones con estructuras de soporte de líneas vivas o daños al soporte de partes de líneas vivas. Este es el principal causante de incendios eléctricos (Egoavil, 2017).

2.1.6. PELIGROS ELÉCTRICOS

El gran consumo en la parte industrial y el hogar hace que las personas no se preocupen por uno de los causantes de mayor índice de fallecimientos en el país y el mundo por la falta de prevención por su uso. Es una de las fuentes con la mayor accidentalidad y para minimizarlas se deben realizar charlas, compartir métodos de mitigación, realizar seguimientos de casos ocurridos, y compartir lecciones aprendidas para prevenir los percances del riesgo eléctrico.

Los equipos y aparatos eléctricos tienen incorporados sistemas de protección contra los riesgos que provienen de la corriente. A pesar de la tecnología implementada para la protección de la integridad del trabajador, no es suficiente ya

que en todos los mantenimientos influyen factores técnicos o humanos que puede inducir a la materialización del accidente.

Factores técnicos: son identificadas como inseguras o peligrosas a las que llaman fallos técnicos por equipos o aparatos.

Factores humanos: se identifican por que los trabajadores no siguen las normas o reglas de oro dejando a un lado los equipo o elementos de protección personal que son llamados actos inseguros.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para lograr el objetivo general se realizó una investigación exploratoria en diferentes fuentes de información confiables como lo es el RETIE, la norma NTC 2050, y Los Lineamientos En Seguridad Y Salud En El Trabajo (SST) con el fin de conocer el procedimiento y especificaciones que deben cumplir los equipos fotovoltaicos para conexión e inyección a red.

Por medio de este proyecto se busca analizar e identificar la seguridad y protección que tiene los trabajadores que realizan mantenimientos a los sistemas solares FV conectados a la red de distribución convencional, como lo es la protección Anti-Isla presente en los inversores de conexión a red y lo métodos y elementos con los que puede llegar a prevenir los accidentes de orden eléctrico. Comercialmente se encuentran dos tipos de inversores, como lo son los micro inversores y los inversores centrales.

En base a la resolución 5018 de 2019 impuesta por el Ministerio de Trabajo donde se plasma los lineamientos para la seguridad y salud en el trabajo en el sector de la energía eléctrica que establece que las empresas relacionadas con el sector eléctrico deben desarrollar la planificación, la ejecución, el control y el seguimiento necesario para cumplir con la SST (Seguridad y Salud en el Trabajo) y siendo incorporada en el SG-SST (Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo) (MinTrabajo, 2019).

La actual investigación se realizará con una metodología descriptiva y se realizará en un periodo de 4 meses en donde contemplará 3 fases.

3.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. FASE 1: RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS PARA REDUCIRLOS

1. Realizar un listado de los elementos que constituyen un sistema de redes de distribución fotovoltaica inyectado a la red para clasificar el nivel de riesgo eléctrico en cada dispositivo.

2. Estudio del riesgo en el sistema según la estructura y niveles energéticos a manejar para el análisis de riesgos laborales según el RETIE.

3. Estudio de los procedimientos que reduzcan los riesgos que generen accidentes laborales al trabajador (buenas prácticas y reglas de oro).

3.1.2. FASE 2: PROGRAMAS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

1. Programa salud ocupacional.
2. Etapas de la evaluación del riesgo.
3. Encuesta población y muestra.

3.1.3. FASE 3: CORRECTO USO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

1. Descripción de los elementos de protección personal requeridos para realizar un mantenimiento eléctrico.
2. Selección de los implementos de protección personal adecuados para realizar la operación de mantenimiento eléctrico según los niveles de tensión y la normativa correspondiente.

3. Diseño de capacitación en material visual correspondiente a las buenas prácticas.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

FASE 1: RIESGOS Y PROCEDIMIENTOS PARA REDUCIRLOS.

4.1. ELEMENTOS Y CLASIFICACIÓN DEL RIESGO DE UN SISTEMA FV CONECTADO A LA RED

En la tabla 1 se relacionan los elementos de los que componen un sistema fotovoltaico y se realiza un análisis del nivel del riesgo que representa cada elemento según la exposición y manipulación por parte del personal en cargado de realizar el mantenimiento.

Tabla 1. Clasificación de nivel de riesgo eléctrico.

Elementos	**vs**	**Clasificación de nivel de riesgo**			
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto
	a. Panel fotovoltaico:	☒			
	b. estructuras de sujeción:		☒		
	c. Sistema de puesta a tierra (PAT)	☒			
	d. Inversor:		☒		
	e. Vatímetro:			☒	
	f. Caja de protecciones:				☒
	g. Medidor bidireccional:			☒	

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir de la manipulación o contacto al que está expuesto el trabajador cuando realiza el mantenimiento del sistema SF,

A continuación, se realiza una descripción de los elementos que constituyen el sistema fotovoltaico que al ser implementado generan un nivel de riesgo eléctrico:

4.1.1. PANEL FOTOVOLTAICO

Elemento activo indispensable que compone un sistema solar fotovoltaico, debido que es el autor principal para la trasformación de los fotones provenientes de la radiación solar en electricidad. Para la generación de electricidad aparte del material de fabricación de la célula fotovoltaica influyen varios factores en la generación de electricidad, como lo son el nivel de iluminación, la temperatura, la intensidad de radiación, la configuración en la conexión de los paneles, entre otros.

Figura 1. Fotografía etiquetada del panel fotovoltaico



Fuente: (Autores).

4.1.2. ESTRUCTURAS DE SUJECIÓN

Son elementos pasivos mecánicos necesarios que garantizan y proporcionan una fijación permanente de los paneles fotovoltaicos según el diseño y ángulo de inclinación parametrizados como resultado de estudios realizado previamente.

Figura 2. Fotografía estructura de sujeción en techo



Fuente: (Autores).

4.1.3. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (PAT)

Es un sistema aislado de los elementos activos y que debe estar presente de manera obligatoria en sistemas eléctricos interconectando todas las partes que están aisladas de los elementos pasivos, pero que son conductoras de electricidad como los son los marcos de los módulos FV, la estructura de sujeción si está fabricada con aleación conductora, cajas o gabinetes metálicos destinados para la protección y medida del sistema FV, el chasis o carcaza del inversor, entre otras partes metálicas aisladas que llegasen a energizarse producto de alguna falla en el aislamiento.

4.1.4. INVERSOR

Es el elemento central de un sistema solar fotovoltaico y es el encargado de convertir de corriente continua a corriente alterna y sincronizar a la frecuencia necesaria la energía proveniente del panel a energía para el consumo final. Este inversor debe ser de tipo hibrido entregando los excedentes la red cuando la generación supera carga, pero en el momento que no hay radiación debe permitir el paso del suministro de la red convencional.

El inversor está fabricado únicamente para transformar la corriente continua en corriente alterna usada por el consumidor final y suministrar la misma a la red convencional.

Los inversores conectados a la red tienen una protección interna llamada Anti-Isla el cual su función es que al presentarse que no tiene energía o ausencia de energía de la red este automáticamente se desconecta. Esta protección permite la seguridad de los operarios al realizar algún tipo de mantenimiento o arreglo en las redes convencionales de distribución.

Anti-isla: protección del inversor cuando presenta ausencia de tensión para proteger los equipos y la vida humana que interviene la red de distribución sin tensión.

Por la anterior el inversor se desconectará y no inyectará corriente en la red que pudiera poner en peligro la vida de los operarios de mantenimiento de la empresa del OR. Adicionalmente se puede monitorear y limitar la inyección de corriente del sistema solar Fotovoltaico al sistema de distribución por medio de un equipo que se conecta entre el inversor y la red.

Figura 3. Inversor Fronius



Fuente: Tomada de (Grupo Insolar, 2017).

Dentro de la ficha técnica del Inversor Fronius se encuentra las certificaciones y cumplimientos estándares como son la UL 1741 2010 y la IEC 61727 2004 y que son las exigidas para la conexión al sistema de distribución, donde se busca garantizar que el equipo al momento de un corte de energía convencional este cumpla con la función de desenergizarse de la red para evitar algún accidente eléctrico que afecte la integridad física del cliente final como de los operarios del OR o por medio de sistema saben que ese usuario tiene energía solar fotovoltaica referenciado con un sol para ayudar al trabajador.

Figura 4. Ficha técnica Inversor Fronius Primo

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Número de seguidores MPP	1			2		
Máx. corriente de entrada ($I_{dc\ máx.\ 1}$ / $I_{dc\ máx.\ 2}$ [a])	16,0 A			16,0 A / 16,0 A		
Máxima corriente de cortocircuito (MPP_1 / MPP_2 [1])	24,0 A			24,0 A / 24,0 A		
Rango de tensión de entrada CC ($U_{dc\ mín.}$ - $U_{dc\ máx.}$)	150 - 1000 V					
Tensión de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)	200 V					
Rango de tensión MPP	150 - 800 V					
Número de entradas CC	3			2+2		
Máx. salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	6,0 kW_{pico}	7,4 kW_{pico}	9,0 kW_{pico}	6,0 kW_{pico}	7,4 kW_{pico}	9,0 kW_{pico}

DATOS DE SALIDA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$)	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Corriente de salida CA ($I_{ac\ nom.}$)	4,3 A	5,3 A	6,5 A	4,3 A	5,3 A	6,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Coeficiente de distorsión no lineal	< 3 %					
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$)	0,70 - 1 ind. / cap.			0,85 - 1 ind. / cap.		

Fuente: Tomada de (Fronius, 2021).

4.1.5. VATÍMETRO

Es un dispositivo de medición necesario cuando se tiene un sistema solar fotovoltaico con entrega de excedentes a la red convencional debido que es el encargado de brindarle la información que el inversor necesita acerca de la carga necesaria para el consumo final. Este va cerca de la caja de protecciones o del medidor bidireccional siendo generalmente una medida indirecta.

4.1.6. CAJA DE PROTECCIONES

Estos elementos son los comúnmente instalado en sistemas eléctricos y que protegen la instalación y electrodomésticos aguas abajo del consumidor final, ayudando también a proteger al momento de la entrega de excedentes, el paso de sobretensiones o sobrecorrientes evitando perturbaciones no deseadas en la red convencional o viceversa.

Figura 5. Fotografía caja de protecciones del sistema solar fotovoltaico

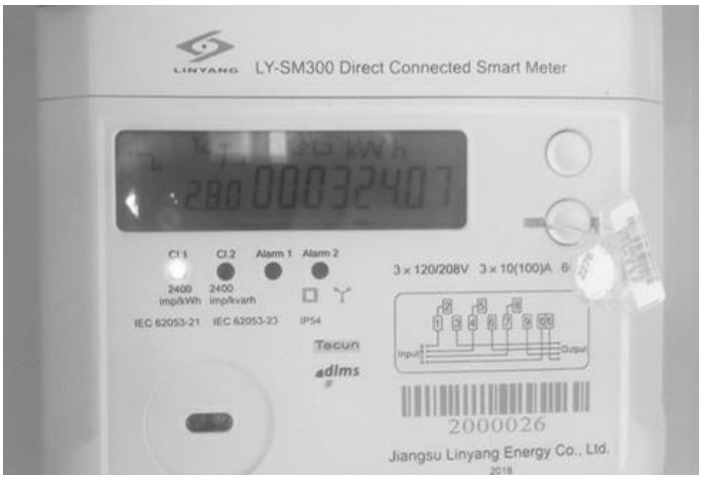


Fuente: (Autores).

4.1.7. MEDIDOR BIDIRECCIONAL

Este dispositivo es indispensable para las instalaciones solares fotovoltaicas con inyección a la red debido que está diseñado para diferenciar y medir la energía eléctrica que suministra la red convencional al usuario o la que el usuario inyecta a la red de distribución proveniente de la generación de energías alternativas.

Figura 6. Fotografía de medidor electrónico bidireccional



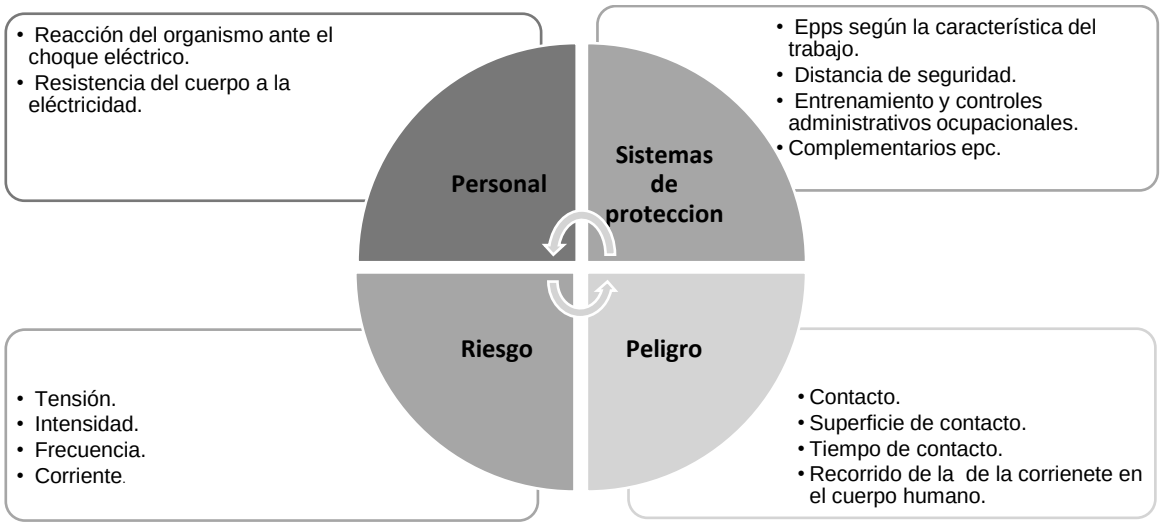
Fuente: (Autores).

4.2. ESTUDIO Y ANÁLISIS DE RIESGOS EN EL MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Para el presente documento se selecciona un sistema de autogeneración con inyección a la red de baja tensión convencional ubicado en la ciudad de Barrancabermeja en baja tensión. Se define como baja tensión al voltaje de un sistema siempre que sea menor a 1000 V (rms) y media tensión al sistema cuyo voltaje sea mayor o igual a 1000 V, pero menor a 100.000 V (rms).

Se identifica y evalúan los factores de riesgos eléctrico según el RETIE capítulo 2 artículo 9 a los que están expuestos tanto el personal que realiza el mantenimiento al sistema FV como los operarios de la red de distribución cuando realicen labores sobre ella y no se tendrá en cuenta los riesgos a terceros que no están autorizados para trabajo en el campo eléctrico. corriente

Figura 7. Diagrama de riesgos presentes en instalaciones eléctricas



Fuente: (Autores).

Para tener una idea de lo que puede causar el paso de la tensión por el cuerpo humano se ha realizado un estudio de la impedancia o resistencia de este con el objeto de minimizar este riesgo en el personal operativo, generando conciencia de los patrones que pueden conducir a un riesgo evitando así el peligro.

4.2.1. IMPEDANCIA TOTAL EN EL CUERPO HUMANO

Los valores de la impedancia de los cuerpos humanos están sujetos a las tensiones de contacto y al tipo de trabajo que se realice y el grado de humedad al que se expuesto en la ejecución de las labores; según resultados de estudios plasmados en la NTC 4120 y el RETIE, se determina un rango porcentaje mayor del 10 al 25 % en comparación de condiciones secas.

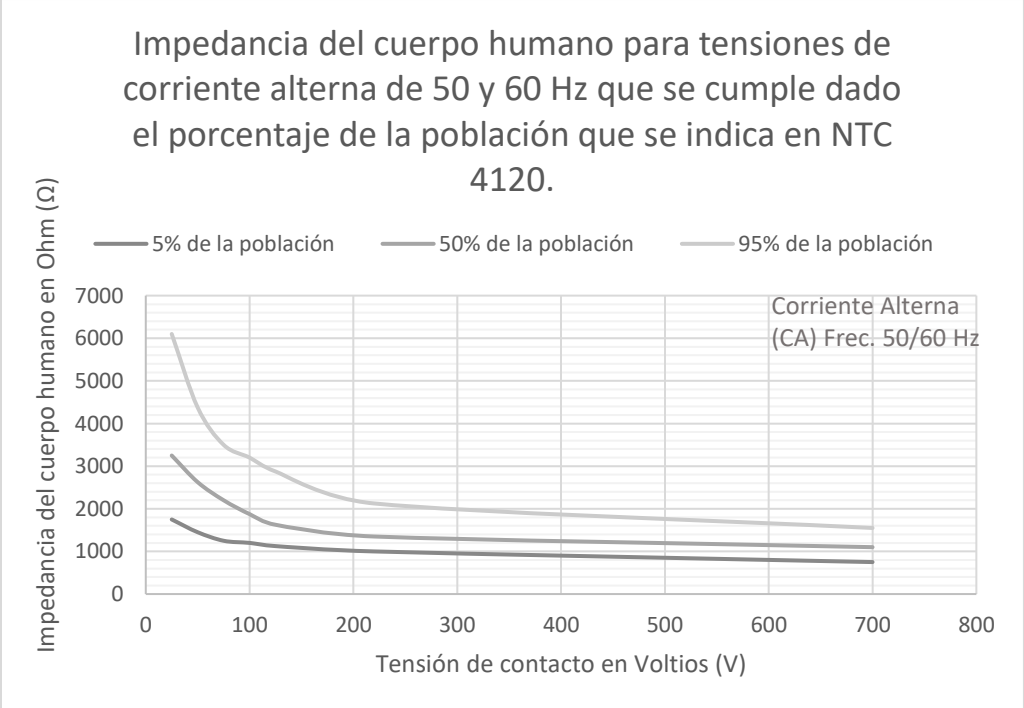
Para efectos de este documento se tiene en cuentan los valores correspondientes a los niveles de tensión presentes en redes de distribución con inyección de sistemas FV para trabajos en ambientes donde en ambiente y la piel se encuentran perfectamente secas.

Tabla 2. Impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente alterna de 50 y 60 Hz que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120.

Impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente alterna de 50 y 60 Hz que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120.			
Tensión de contacto (V)	**5% de la población**	**50% de la población**	**95% de la población**
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
125	1125	1625	2875
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550

Nota: Tabla tomada de (EnerGuia, 2014), realizada a partir de estudios dictaminados por la NTC 4120 según el porcentaje de la población.

Figura 8. Gráfica impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente alterna de 50 y 60 Hz que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120



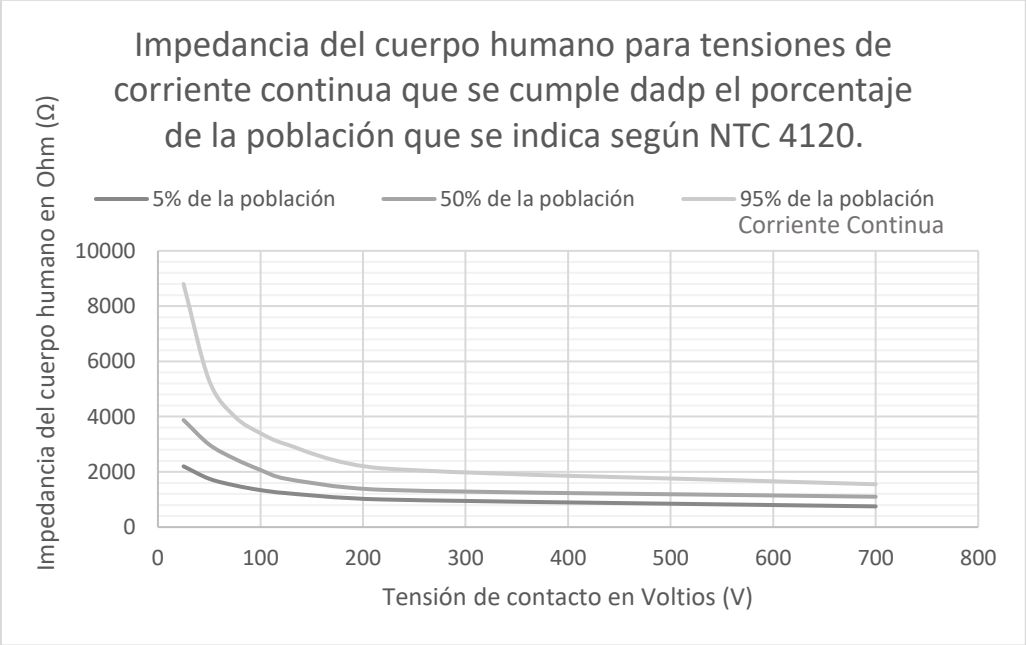
Fuente: Gráfica de los autores a partir de datos tomados de (EnerGuia, 2014).

Tabla 3. Impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente continua que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120.

Impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente continua que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120.			
Tensión de contacto (V)	**5% de la población**	**50% de la población**	**95% de la población**
25	2200	3875	8800
50	1750	2990	5300
75	1510	2470	4000
100	1340	2070	3400
125	1230	1750	3000
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550

Nota: Tabla tomada de (EnerGuia, 2014), realizada a partir de estudios dictaminados por la NTC 4120 según el porcentaje de la población.

Figura 9. Gráfica impedancia (Ω) del cuerpo humano para tensiones de corriente continua que se cumple dado el porcentaje de la población que se indica según NTC 4120



Fuente: Gráfica de los autores a partir de datos tomados de (EnerGuia, 2014).

4.2.2. EVENTOS Y CAUSAS MÁS COMUNES DE LOS FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO

a. Arcos eléctricos:

- Estos pueden ocurrir cuando se realiza apertura o cierre de seccionadores o interruptores con carga y que no poseen ningún equipo de extinción del arco ya sea en las protecciones del circuito eléctrico del consumidor final, en las protecciones destinadas al sistema FV o en las protecciones existente entre el medidor bidireccional y la acometida del usuario a la red convencional.
- Se puede ocasionar por la manipulación u operación indebida de los equipos de medida ya sea el medidor bidireccional o el vatímetro.
- También son propensos cuando existen empalmes defectuosos o malas conexiones del sistema FV, en la caja de protecciones y en las cajas de distribución.

b. Contacto directo:

- Puede ocurrir por descuido del operario que trabaja en la red cuando esta se encuentra desenergizadas.
- En redes desenergizadas también puede ocurrir por negligencia del trabajador cuando no aplica correctamente las reglas de oro establecidas para labores en el ámbito eléctrico.

c. Contacto indirecto:

- Este se materializa cuando hay contacto con las estructuras de sujeción fabricadas de materiales conductores, que carecen de conexión al sistema de puesta a tierra (PAT) y que por fallas en aislamientos se encuentran energizadas.
- También se puede materializar con otros elementos metálicos existentes en el sistema FV que no pertenece a los elementos de conexión como lo son parte metálicas de los paneles fotovoltaicos (marco), cajas de protecciones o distribución, gabinete de medidores, entre otros.

- Puede ocurrir cuando hay contacto con los elementos anteriormente mencionados que están conectados al sistema de puesta a tierra, pero este sistema PAT queda incompleto producto del hurto de conductores o electrodos.

d. Cortocircuito:

- Estos factores son los principales causantes de incendios en los paneles fotovoltaicos se presentan cuando falla el aislamiento de los conductores o de los empalmes y ocasionando un mal contacto.
- En la parte técnica también se puede encontrar cuando un técnico realiza una unión indebida de conductores energizados.
- Por situaciones climatológicas se puede evidenciar cuando los fuertes vientos ocasionan movimientos en la red de distribución abierta sin aislamiento, provocando unión de fases y neutro ocasionando un cortocircuito el cual puede inducir daños a la acometida dirigida al medidor bidireccional.
- También pueden ocurrir cuando hay presencia de equipos defectuosos como los equipos de medidas (bidireccional y vatímetro), equipo inversor, paneles fotovoltaicos y demás equipos adicionales que se encuentren el sistema FV.

e. Equipo defectuoso:

- Los equipos defectuosos anteriormente mencionados se consideran factor del riesgo cuando no se instala de forma correcta o no se siguen las indicaciones de los fabricantes, cuando se utiliza o manipula de forma indebida, cuando existe deterioro por carencia en el mantenimiento o cuando excede la vida útil establecida en la información proporcionada por el fabricante.

f. Rayos:

- Los rayos son factores de riesgo natural debido que cuando se descargan en la red de distribución o a los elementos expuesto puede inducir a fallas en la operación normal de los elementos del sistema FV.

- También se puede materializar un accidente cuando existe negligencia de parte del operario cuando labora en el sistema y está expuesto a la descarga directa del rayo o a descarga de tipo indirecto por contacto a partes metálicas.

g. Sobrecarga:

- Este factor de riesgo se presenta cuando se superan limites en los valores eléctricos nominales de los elementos de la red llegando a ocurrir cortocircuitos o avería de equipos.

4.3. PROCEDIMIENTOS QUE REDUCEN LOS RIESGOS Y ACCIDENTES LABORALES

4.3.1. REGLAS DE ORO

En el sector eléctrico se habla de 5 reglas comúnmente conocidas como las Reglas de ORO que todo trabajador debe cumplir, saber y respetar para realizar trabajos eléctricos; salvaguardando la vida del operador, sus compañeros y de las personas que transitan por el lugar. El RETIE enumera cada riesgo sea muy alto, alto, medio o bajo para cada tiene un tipo de trabajo o permiso supervisado con firmas de quien ejecuta el trabajo teniendo en cuenta estas reglas aplicables a trabajos sin tensión.

Las siguientes "reglas de oro" se aplican a las intervenciones que deben realizarse en un dispositivo en red desconectado:

Tabla 4. Reglas de oro.

5 REGLAS DE ORO DE TODO ELECTRICISTA.
a. Efectuar el corte visible de todas las fuentes de tensión:
b. Condenación o bloqueo: impedir la maniobra de los aparatos,
c. Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases

d. Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo:
e. Señalizar y delimitar la zona de trabajo:

Nota: Tabla elaborada a partir de las reglas de oro. Tomado de (RETIE, 2013)

a. Utilice un interruptor y un seccionador para desconectar todas las fuentes de voltaje visibles y evitar su paso y cualquier tipo cierre anticipado o imprevisto. Para dispositivos donde el corte no es visible necesita un dispositivo que garantice la eficiencia del corte.

b. Si es posible en la condenación o el bloqueo el dispositivo de corte señale el control del dispositivo con el mensaje "No suministrar de voltaje" o "No operación" y retire el porta fusibles del interruptor. El funcionamiento de un dispositivo se denomina "condenación o bloqueo" como una serie de actividades destinadas a evitar el funcionamiento del dispositivo manteniéndolo en una posición específica.

c. Se debe usar un detector de voltaje adecuado para el voltaje nominal de la red comprobando en cada fase la ausencia de voltaje; esto se debe realizar antes y después de cada intervención o maniobra.

d. Conectar a tierra y cortocircuitar todas las fuentes de voltaje que pueden incidir el área de trabajo y maniobras a realizar. Este es el acto de unir todas fases de la red mediante puentes equipotenciales de sección transversal adecuada que debe estar previamente conectado a la Tierra. Se considera que todos los conductores o componentes de un circuito eléctrico están operando a voltaje nominal hasta que estén realmente conectados a tierra. El equipo de puesta a tierra debe tratarse con pértigas o estacas aisladas mantenido siempre una distancia segura del conductor hasta que se complete la instalación.

e. Según RETIE se debe de señalizar la zona de trabajo para proteger a terceros y a personas ajenas a la zona de trabajo. También ayuda a proteger a al mismo equipo de trabajo para que nadie ingrese en esa zona de ejecución del mantenimiento y minimizando la posibilidad de generar un accidente. Para realizar la delimitación del lugar se puede señalizar con cinta, conos, vayas, etc.

FASE 2: PROGRAMAS Y EVALUACIÓN DEL RIESGO

4.3.2. PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL

Todas las empresas o personas naturales que realicen estén relacionadas con actividades de orden eléctricas deberán contar con el debido programa de salud ocupacional establecida por las leyes y reglamentos colombianos que cumplan los siguientes requisitos establecidos en la Resolución No. 1348 de 2009 del Ministerio de la Protección Social, así:

a. Cualquier ente que tengan a su cargo trabajadores deben organizar y operar planes de salud ocupacional y el cual será vigilado por la autoridad competente para garantizar su cumplimiento.

b. Debe existir un programa de medicina ocupacional que se encargue de planificar, organizar, implementar y evaluar las actividades de las medicinas preventiva y ocupacional, así como las salud y seguridad ocupacional.

c. Todas las empresas deben tener un programa autónomo o en colaboración de salud ocupacional. Cuando un programa se desarrolla en colaboración con otra entidad, es obligatorio que cada empresa tenga un programa particular, aunque los recursos necesarios para el desarrollo se compartan en conjunto.

d. Recopilar información sobre el riesgo, para efecto de este documento, el campo eléctrico y los riesgos que conlleven sus labores cotidianas, con el fin de identificar y evaluar el riesgo.

e. El propósito del subprograma de Seguridad y Salud en el Trabajo es promover, prevenir y gestionar la salud de los trabajadores y protegerlos de los factores de riesgo ocupacional.

f. Analizar los riesgos y las fuentes que se encuentren en el entorno laboral, identificando los factores de riesgo y estableciendo o implementando procesos o cambios operativos, reemplazando elementos inseguros o ideando métodos de trabajo seguros.

4.3.3. ETAPAS DE LA ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

En esta fase del proyecto se establecerán un análisis y evaluación de los riesgos que se encuentran en el lugar o sitio donde se realizará el mantenimiento, cada aspecto que se debe tener en cuenta para ejecutar dicho mantenimiento o reparación y evitar accidentes graves llegando incluso a fatales.

Es Importante que el personal de la empresa esté capacitado en TCT (Trabajos con tensión) para poder ejecutar la labor.

4.3.4. EVALUACIÓN DEL RIESGO

La evaluación del riesgo es el desarrollo que va enfocado al estudio de accidentes eléctricos, aquellos que no se han podido evitar y para los que se pueden evitar, proporcionando una información idónea para que los trabajadores adopten buenas costumbres e implementen el autocuidado adoptando las medidas de seguridad necesarias.

El nivel de riesgo comprende la cantidad de daño que pueda producir un accidente por las diversas causas y factores que se encuentren implícito o explícito al momento de realizar las labores de mantenimiento e incluso por realizar prácticas inseguras, es por eso las clases de riesgo son demasiadas que abarcan diversos escenarios en los que se pueden presentar.

Los daños producto de un accidente pueden afectar tanto a la vida humana como a naturaleza. Para la integridad del ser humano, los daños pueden iniciar desde las diversas discapacidades y culminar con la pérdida de la vida.

Uno de los propósitos fundamentales del RETIE es salvaguardar la vida humana, para cumplir con su objetivo implementa las 5 reglas de oro anteriormente mencionadas en el desarrollo de la fase 1 numeral 3; siendo estas un requisito de seguridad cuando se realiza labores de mantenimiento eléctrico y a las cuales cada trabajador está en la obligación de ejecutarlas de forma correcta siguiendo el orden de sus numerales y contribuyendo a cumplir las buenas prácticas.

Siendo importante la protección de la vida humana y el medio ambiente, no se puede omitir que también se presentan daños y pérdidas de tipo material como residencias, industrias, pérdida de equipos eléctricos, entre otros, implicando en la economía y bienes materiales de las personas afectadas.

Se finaliza con la frase popular “*ninguno puede predecir, pero si prevenir*”, se hace alusión a que los accidente son inevitables, pero se pueden minimizar con las buenas prácticas, la evaluación y mitigación de los posibles riesgos que conlleven al accidente.

4.3.5. ETAPAS DE LA EVALUACIÓN DEL RIESGO:

- Analizar el peligro: se pueda identificar y analizar las condiciones que se puedan presentar y los daños que puedan ocurrir afectando a personas y equipos.
- Peligro eléctrico: situación de producir daño lección, enfermedad o fallecimiento debido a la presencia de energía eléctrica en una instalación o mantenimiento
- Análisis del riesgo: se valora la probabilidad del riesgo y así saber que tan grande es el mismo.

4.3.6. LA EVALUACIÓN Y TOMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR ACCIDENTES

1. Reducir el riesgo mediante métodos o medidas adecuadas de prevención descritas en este documento.
2. Controlar las condiciones, estado de salud de los trabajadores, organización, métodos de trabajo y estudios del riesgo.

4.3.6.1 Lugar de trabajo

El lugar de trabajo es donde se ejecutan las labores necesarias para la realización del mantenimiento por parte del equipo de trabajo encargado y los cuales deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Es importante aprender a reconocer y a corregir las condiciones peligrosas en el ambiente de trabajo, entorno, equipos y herramientas y aun la ropa que el trabajador utiliza.

- Toda área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos, limpia y en orden, no almacenando elementos, trapos, etc., evitando tropiezos al mismo personal que ejecuta la labor.

- Es necesario valorar el ambiente de trabajo, la humedad puede producir trayectorias conductoras de electricidad que puede causar un choque mortal.

- Tenga en cuenta moverse siempre con lentitud cuando trabaje cerca de circuitos eléctricos. Los movimientos rápidos y bruscos son la causa de muchos choques, arcos eléctricos, accidentes y cortocircuitos.

- Es indispensable inspeccionar antes de iniciar la actividad, los equipos de protección personal como casco, lentes de seguridad, guantes de caucho, botas aislantes, cubiertas para brazos y correas de seguridad; asegurando que queden bien ajustados y en óptimas condiciones para su uso. Al finalizar las labores deben se guardados en un lugar adecuado.

- Toda herramienta de mano necesita tener aislamiento en el punto de agarre.

Tabla 5. Medidas básicas de salud en el trabajo en sistemas FV con inyección a red.

MEDIDAS BÁSICAS DE SALUD EN EL TRABAJO PARA MANTENIMIENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICO CON INYECCIÓN A RED	
Trabajo en la intemperie con exposición al sol	Realizar paradas periódicas para hidratación
	Señalizar los lugares de riesgo
Trabajo en alturas	Usar correctamente EPP
	Desplazarse con precaución
	No apoyarse en zonas frágiles
	Señalizar los lugares de riesgo
Trabajo en tejados	Usar correctamente EPP
	Desplazarse con precaución

	No apoyarse en zonas frágiles
	Evitar zonas mojadas
	Señalizar los lugares de riesgo

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir del análisis del medio de trabajo del ejecutante del mantenimiento.

4.3.7. TRABAJOS EN REDES DESENERGIZADAS

Los accidentes eléctricos son casi siempre predecibles y, por lo tanto, evitables. La forma básica de trabajar es una red sin tensión o una red energizada y para garantizar la seguridad del operador, se sugiere que bajo ninguna circunstancia el operador debe alternar el trabajo con redes energizadas y trabajar con redes sin tensión.

4.3.7.1 Análisis para el riesgo eléctrico

Existen tipos de análisis de riesgos eléctricos a continuación se nombran algunos de ellos dando una pequeña información:

1. Pre-operacional: buscar o identificar problemas en el área de trabajo y averías de equipos de trabajo.
2. Lista de chequeo: este formato es repetitivo en cada trabajo o mantenimiento a realizar para registrar las actividades y dar cumplimiento a los protocolos a seguir en un mantenimiento o instalación de los sistemas solares fotovoltaicos y así poder prevenir accidentes de riesgo eléctricos
3. Mediciones y verificación: este paso es muy importante para el inicio del trabajo, se debe realizar unas series de pasos establecidos el RETIE para realizar un trabajo organizado y confiable para evitar los riesgos eléctricos
4. Causas y consecuencias: este análisis es útil para determinar las causas producto de los accidentes y determinar las consecuencias que conllevan la materialización de los riesgos

Tabla 6. Medidas preventivas de protección a riesgos en el sistema FV.

RIESGOS EXISTENTES EN EL SISTEMA FV	MEDIDAS PREVENTIVAS O DE PROTECCIÓN
ARCOS ELÉCTRICOS	Validar posible sustitución de seccionadores o interruptores de una carga elevada por varios de cargo minimizado riesgo de arco eléctrico al momento de la apertura o cierre.
	Usar EPP contra riesgos de arco eléctrico como careta dieléctrica con pantalla de protección a rayos ultravioleta, vestimenta ignífuga, guantes, botas y casco dieléctrico.
	Verificar empalmes existentes en el sistema FV y usar o sustituir aislamientos por envolventes capaces de soportar arcos eléctricos.
CONTACTO DIRECTO	Recubrir o aislar elementos activos de la red que se encuentran expuestos a el trabajador.
	Aplicar correctamente las reglas de oro para trabajos de orden eléctrico y usar adecuadamente las EPP.
CONTACTO INDIRECTO	Verificar ausencia de tensión en elementos metálicos pasivos que componen el sistema FV.
	Mantener una distancia segura de los elementos metálicos pasivos que tiene el sistema FV si estos no hacen parte de la intervención o motivo del mantenimiento.
	Validar y conectar al sistema de puesta a tierra todos los elementos pasivos del sistema FV.
CORTOCIRCUITO	Validar el estado de los empalmes de sistema y de los paneles, en lo posible usar cámaras termografías con las que se pueda identificar cualquier punto caliente existente en los elementos.
	Verificar antes de energizar que se encuentren correctas todas las conexiones producto de un mantenimiento o al momento de la instalación.
	Garantizar correcto uso y dimensionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes, interruptores de disparo automáticos, fusibles entre otros.
	Asegurar que los equipos de medida instalados sean los adecuados y cumplan con los parámetros y niveles nominales del sistema FV.
EQUIPO DEFECTUOSO	Realizar chequeos preventivos de forma periódica a todos los equipos que componen la red, identificando y reemplazando equipos defectuosos.

RAYOS	Implementar o garantizar que las estructuras metálicas expuestas al ambiente tengan un sistema de protección contra rayos debidamente conectado al sistema de puesta a tierra.
	Suspender labores cuando se trabaja al aire libre y hay riesgo de caída de rayo al personal que realiza las labores.
SOBRECARGA	Hacer uso de dispositivos como interruptores automáticos, relés que se accionen por sobrecarga, fusibles entre otros.

Nota: Tabla elaborada por el autor con referencia a los riesgos eléctricos y medidas protección tomada de (RETIE, 2013) Cap. 2 Art. 9 y que aplican al mantenimiento de SFV con inyección a la red convencional.

4.4. ENCUESTA MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO

La siguiente encuesta está dirigida a técnicos electricistas que realicen mantenimientos a sistemas fotovoltaicos con inyección a la red y con esta se busca tener una breve muestra en conocimientos del riesgo eléctrico y las medidas existentes para su reducción.

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

A) Falso (F)
B) Verdadero (V)

Respuesta: (V) La afirmación resalta la importancia de seguir las reglas de oro y lo que contempla el RETIE para prevenir accidentes laborales y riesgos eléctricos.

2. Son elementos de protección personal:

A) Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad.
B) Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
C) guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
D) Ninguna de las anteriores.

Respuesta: (A) Son elementos esenciales para ayudar a que el trabajador se sienta cómodo y seguro durante el mantenimiento.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

A) Arco eléctrico.
B) Contacto eléctrico directo.
C) Contacto eléctrico indirecto.
D) todas las anteriores.

Respuesta: (D) Todas las respuestas conducen a la D como la correcta, porque con todas se puede tener accidente eléctrico y que pueden llevar a la invalides o a la muerte. Todas estas respuestas son muy cuidadosas y ¿cómo es posible protegerse de ellas?, con buena información sobre riesgo eléctrico.

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

A) Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
B) Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
C) Ambas respuestas son correctas.
D) ninguna es correcta.

Respuesta: (C) Es la correcta porque con los adecuados procedimientos, formación y autocuidado, salvaguardando la integridad física y la de los demás actores que influyen en las labores que se realizan, esto frente a cualquier riesgo eléctrico y aún más importante las formaciones, capacitaciones y reentrenamientos de manera frecuente.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

A) Verdadero (V)
B) Falso (F)

Respuesta: (V) Esta afirmación deduce todo lo importante que es la electricidad, ya que hace uso en el día a día; por eso se considera importante que todas las personas, independientemente su actividad, se formen y conozcan sobre el peligro y los riesgos que conlleva su uso.

6. En los accidentes eléctricos influyen:

a. Factores técnicos.
b. Factores humanos.
c. Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
d. Todas son ciertas.

Respuesta: (D) Los accidentes eléctricos por falla humana, equipos o su naturaleza, generan un peligro para la vida y por eso todas las son correctas, teniendo en cuenta el autocuidado y mitigando las fuentes de estos.

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

A) FALSO (F)
B) VERDADERO (V)

Respuesta: (F) Pues en esta pregunta es todo lo contrario por eso la respuesta es Falsa porque primero se debe mirar cada paso y luego diligenciar los formatos de la empresa para tener un apoyo de que se observa en el trabajo y se debe realizar mirando que hay en el alrededor.

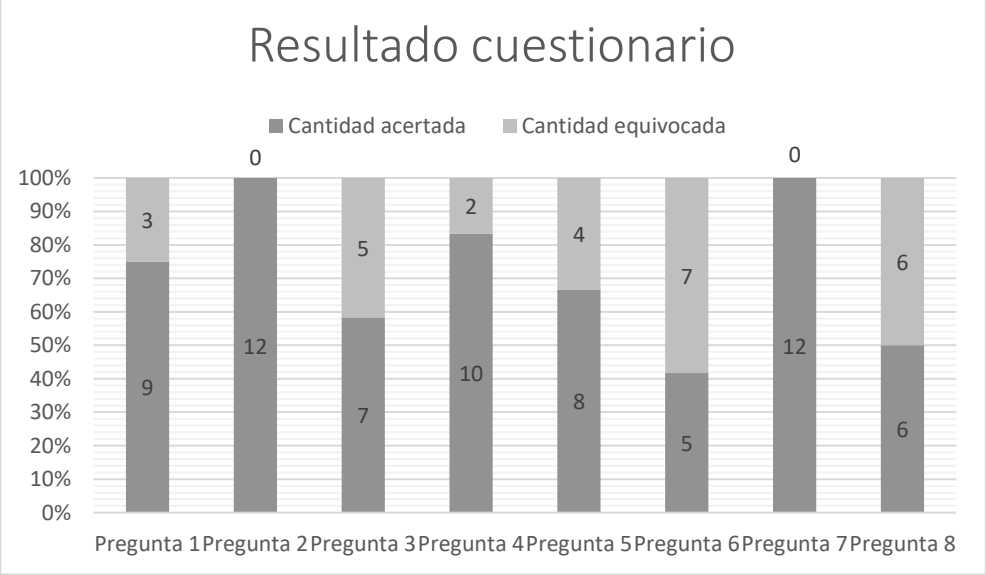
8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

A) Falso (F)
B) Verdadero (V)

Respuesta: (F) por que los inversores son del sistema solar fotovoltaico y ellos traen una protección que se llaman anti-isla que no solo protege al trabajador si no al sistema de cualquier eventualidad que se presente tanto en la red comercial o en la solar, cada empresa de energía tiene en su sistema en que zona presenta sistemas fotovoltaicos para que el que realiza el mantenimiento tenga más seguridad.

La realización de la encuesta anterior contó con la participación de 12 personas operarias con certificación en alturas, en donde sus respuestas asertivas dieron la siguiente muestra.

Figura 10. Diagrama de Respuestas del cuestionario de riesgo eléctrico



Fuente: (Autores).

Respecto a los siguientes estudios y referente a las demás gráficas documentadas en la sección de respuestas tabla 8, tabla 9 y figura 21 se evidencia que falta realizar más capacitación a los operarios del sector eléctrico por parte de sus empleadores como parte del plan de prevención de accidentes.

FASE 3: CORRECTO USO DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

Descripción de los elementos de protección personal requeridos para realizar un mantenimiento eléctrico.

4.5. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA REALIZAR MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Durante la ejecución de trabajos en el área operativa en redes desenergizadas se hace necesario el uso de Casco de seguridad con su respectivo arnés, gafas de seguridad, guantes de vaqueta y protección auditiva si es necesario.

4.5.1. BOTAS DIELÉCTRICAS DE SEGURIDAD

Deben ser fabricadas con cualquier tipo de materiales no metálicos, excepto punteras de protección aislante. Utilizado para trabajos en áreas de peligro eléctrico. NTC 2396.

Figura 11. Botas dieléctricas de seguridad



Fuente: Tomada de (SAGA, 2020).

4.5.2. GAFAS DE SEGURIDAD

Con protección lateral superior e inferior, para controlar riesgos de fragmentos en proyección, objetos, arena y pedazos de metal. NTC 1771 Z 87.1

Figura 12. Gafas de seguridad



Fuente: Tomada de (3M, 2013).

4.5.3. CARETA DIELÉCTRICA

Careta especial para trabajos con riesgo de arco eléctrico para desconexión y conexión y proteger la vista de los trabajadores.

Figura 13. Careta dieléctrica



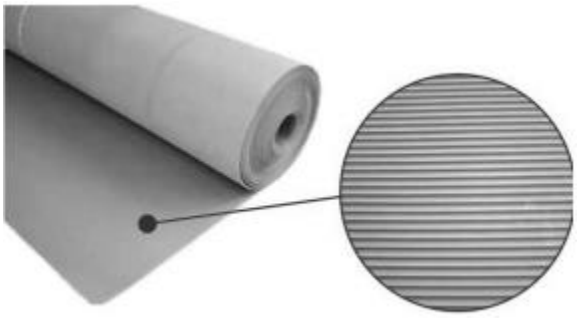
Fuente: Tomada de (LIBUS, 2018).

4.5.4. TAPETE DIELÉCTRICO

Diseñado para aislar y proteger a los trabajadores que tenga riesgo de descarga eléctrica ocasionada por equipos y tableros de alto voltaje. La composición es de

caucho dieléctrico de alta resistencia que le permite trabajar tanto en interiores como en exteriores, con una durabilidad óptima y resistencia favorable.

Figura 14. Tapete dieléctrico



Fuente: Tomada de (SATI Group, 2019).

4.5.5. GUANTES DE VAQUETA

Resistente para trabajo de tipo pesado, corte, desgarre, perforación, corte por impacto. Elaborado en vaqueta y/o cuero de cerdo.

Figura 15. Guantes de Vaqueta



Fuente: Tomada de (Grupo industrial Bremen, s.f).

4.5.6. GUANTES DE NYLON

Guante de Nylon con recubierta de nitrilo y caucho sintético, especial para realizar trabajos de cableado de tableros de control y el operario tenga una mejor protección, mayor precisión en su trabajo con muy alta calidad.

Figura 16. Guantes de Nylon



Fuente: Tomada de (Kimberly-Clark, 2016).

4.5.7. GUANTES DIELÉCTRICOS

Elemento de protección personal utilizado para proteger las manos de personas involucradas en actividades eléctricas. Los guantes dieléctricos pueden evitar la posibilidad de daños por descargas eléctricas debido al material aislante generalmente caucho o goma. Existen diferentes modelos, los cuales pueden resistir desde 1000 V hasta los 36.000 V, el relacionado en la gráfica es una clase 0 de baja tensión.

Figura 17. Guantes dieléctricos



Fuente: Tomada de (Novax, s.f).

4.5.8. CASCO DE SEGURIDAD

Dispositivo de protección personal para la seguridad de la cabeza del trabajador contra los efectos de impacto, partículas dispersas, peligros eléctricos por contacto por elementos por encima de la cabeza, radiación térmica y llamas. Está compuesto de un casco dialectico, una visera y una araña de casco o un arnés. NTC1523.

Figura 18. Casco de Seguridad



Fuente: Tomada de (Insafe, 2018).

4.5.9. PROTECCIÓN IGNÍFUGA

La ropa ignífuga está diseñada para proteger a las personas que están directamente expuestas al fuego o descargas eléctricas durante un tiempo muy corto después de llegar de manera segura. La compañía IGNISAFE 10 es pionera en el desarrollo de estas prendas, elaborando prendas de calidad y cumpliendo con la normatividad vigente referente a la protección de arco eléctrico y a altas temperaturas según las Normas NFPA 2112, NFPA 2113, NFPA 70E.

Figura 19. Protección ignífuga



Fuente: Tomada de (Inversiones PROIN, 2020).

4.5.10. CORREA DIELÉCTRICA

Reata de algodón con hebilla plástica, ideal para labores en el campo de la electricidad, debido que tienes propiedades dieléctricas, evitan accidentes por arcos eléctricos y otros riesgos eléctricos.

Figura 20. Correa dieléctrica



Fuente: Tomada de (Tevium ingeniería, s.f).

4.6. IMPLEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, SEGÚN LOS NIVELES DE TENSIÓN Y LA NORMATIVA CORRESPONDIENTE

En la tabla 7 se relaciona la información técnica de los EPP adecuados para el mantenimiento de sistemas fotovoltaicos con inyección a red convencional y se toma de la ficha técnica de fabricantes comerciales que cumple con la normatividad técnica y las certificaciones necesarias de cada uno de los elementos.

Tabla 7. Implementos de protección personal, según los niveles de tensión y la normativa correspondiente.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	MARCA Y MODELO	NORMATIVIDAD TÉCNICA Y CERTIFICACIONES	DATOS TÉCNICOS, MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS	APLICACIÓN EN CAMPO
CALZADO DE SEGURIDAD DIELÉCTRICO	SAGA 4059W	ASTM D5963	Suela de poliuretano flexible, liviana y con una alta resistencia a la abrasión e hidrocarburos.	Debe ser usado en todo momento por el personal que esté realizando trabajos de mantenimiento del sistema FV o de la red de distribución convencional.
		ASTM D1052		
		NTC 2038		
		ASTM F2412/13 18A/18	Propiedades dieléctricas con tensiones de 18 kV y corrientes de 1 mA.	
		EN 12568	Resistencia hasta 200 J de impacto y 15 kN de compresión.	
		ASTM F2913	Suela antideslizante e impermeable.	
LENTES DE SEGURIDAD	3M 1710T	ANSI Z87.1	Protege contra radiación UV e impactos de partículas. Livianos y anti-rayadura par mayor vida útil y visión.	Se debe usar en los trabajos de mantenimiento donde exista el riesgo de arco eléctrico o impacto de elementos.
CARETA DIELÉCTRICA	LIBUS COD. 903161	NFPA 70E	Fabricada en policarbonato con partes activas que absorben la energía generada por el arco eléctrico.	Debe ser usada por el personal que realiza el mantenimiento a los equipos que hacen parte del sistema FV o cuando existe el
		ASTM F2178		
		ANSI Z87.1	Protege contra radiación UV e impactos leves de partículas. Livianos y anti-	
		EN 166		

			rayadura para mayor vida útil y visión.	riesgo de arco eléctrico por redes energizadas.
TAPETE DIELÉCTRICO CLASE 2	GECAB L/T3 Clase 2	EN 60243-1	Fabricada en caucho con propiedades dieléctricas y diseñado para aislamiento de hasta 30 kV.	Se debe usar cuando se realice trabajos sobre pavimento en labores de mantenimiento de equipos y cajas de conexiones y protecciones del sistema FV.
GUANTES DE VAQUETA	BREMEN N/A	ICONTEC 1981	Fabricado de carnaza calibre 2 mm ideal para trabajos con riesgo mecánico, cortes, electricidad con tensiones mínimas, entre otro.	Debe ser usado en el mantenimiento y manipulación de módulos, cajas, elementos con tensiones eléctricas mínimas
GUANTES DE NYLON	JACKSON SAFETY G40	EN 388	Adecuados para trabajos de ensamblaje con resistencia a la abrasión, corte, rasgado y punción.	El trabajador los debe usar en los trabajos que requiera manejo de elementos, ensamblaje y manipulación del cableado cuando se encuentra sin tensión.
		EN 420	Útil para el manejo de paneles de control dado su diseño delgado no mayor a 5 mm.	
GUANTES DIELÉCTRICOS	NOVAX Clase 0	EN 60903 ASTM D120 NFPA 70E	Fabricado en caucho natural con propiedades dieléctricas ideales para trabajo de mantenimiento a redes energizadas con tensiones de uso de hasta 1 kV ya que protege al trabajador de descargas eléctricas.	Es indispensable que el trabajador use los guantes dieléctricos cada vez que realiza trabajos de mantenimiento en redes energizada, ya sea la red de del sistema FV o la red convencional de distribución.

CASCO DE SEGURIDAD	INSAFE IN 1406R	ANSI Z87.1	Diseñados en polietileno de alta densidad, puede soportar impactos verticales y junto a su suspensión reduce el impacto producto de un golpe, ideal para trabajos en el campo de la electricidad ya que su resistencia eléctrica llega hasta los 30 kV.	El trabajador en todos los escenarios donde ejecute sus labores de mantenimiento debe hacer uso del casco, ya que aparte de aislar y cabeza de descargas eléctricas también la protege de impactos o laceraciones.
PROTECCIÓN IGNÍFUGA	PROIN 8940	ASTM D5034 NFPA 70E ASTM D6413 ASTM F1930 ASTM F1959 ASTM F2757 NFPA 2112 NFPA 1971	Especialmente fabricado para trabajos con riesgo de arco térmico, diseñado 100% de algodón logrando que la prenda resista al redor de 370ºC	Debe ser usado por el trabajador en todo momento en que se encuentre realizados trabajos con riesgo de radiación, conducción o convección producto de arcos eléctricos, contacto con elementos energizados o trasmisión de calor a través de algún fluido químicos.
ARNÉS DIELÉCTRICO	STEELPRO 500293	ANSI A10.32 ANSI Z359.1 CAN/CSA-Z259.10	Arnés dieléctrico para detención y restricción de caídas, útil para ascenso y descensos. Fabricado con 4 argollas de materiales sintéticos de alta resistencia capaz de soportar cargas de hasta 22 kN y con características aisladoras de riesgos eléctricos.	Debe ser de uso obligatorio para el trabajador cuando realiza trabajos de altura de las redes de distribución o labores de mantenimiento de los paneles donde se debe limitar al trabajador por riesgo de caída.

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir de los elementos de protección personal donde elige marcas y referencias adecuadas para actividades de mantenimiento en SFV con inyección a red.

4.7. DISEÑO DE CARTILLA O INSTRUCTIVO DE CAPACITACIÓN EN MATERIA VISUAL CORRESPONDIENTE A LAS BUENAS PRACTICAS

Este instructivo se encuentra en la sección de anexos.

5. RESULTADOS

Para el cumplimiento de alguno de los objetivos del presente documento se requería tener un conocimiento previo y aproximado en cuanto a identificar la necesidad o conocer cuál era la falencia principal del personal operativo frente al conocimiento básicos de riesgo eléctrico y al uso de los elementos de protección personal como método de ingeniería para la mitigación de las principales fuentes de accidentalidad en el sector de la energía eléctrica.

Debido a esto se implementó una cartilla informativa sobre diferentes tipos de riesgos que puede sufrir un trabajador enfocado a los trabajos de mantenimiento de un sistema FV con inyección a la red, el uso de elementos de protección personal, la identificación y análisis del riesgo y la funcionalidad de los inversores en materia de seguridad para el trabajo en redes desenergizadas.

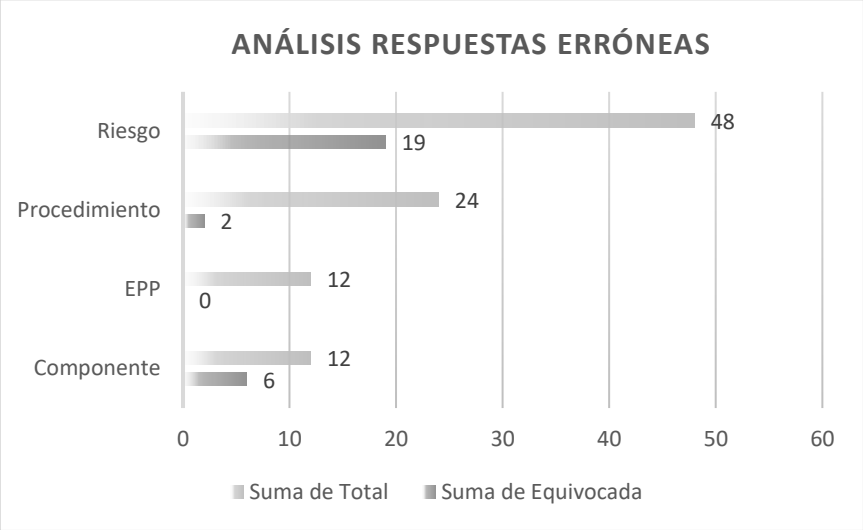
Dicha cartilla se entregó a doce técnicos electricistas que realizan mantenimiento a las redes y a la vez se diseñó un cuestionario con ocho preguntas básicas y esenciales sobre el trabajo seguro en redes con inyección de sistemas FV. En la siguiente tabla se relaciona los aciertos o equivocaciones de los técnicos al responder el cuestionario.

Tabla 8. Clasificación de las respuestas del cuestionario aplicado según el tema correspondiente.

RESPUESTA CUESTIONARIO RIESGO			
Pregunta número	**Cantidad acertada**	**Cantidad equivocada**	**Tema**
Pregunta 1	9	3	Riesgo
Pregunta 2	12	0	EPP
Pregunta 3	7	5	Riesgo
Pregunta 4	10	2	Procedimiento
Pregunta 5	8	4	Riesgo
Pregunta 6	5	7	Riesgo
Pregunta 7	12	0	Procedimiento
Pregunta 8	6	6	Componente

Nota: Tabla elaborada por el autor a partir de los resultados de la encuesta y los temas relacionado a cada pregunta.

Figura 21. Análisis de respuestas erróneas correspondientes al cuestionario aplicado



Fuente (Autores).

Dado los resultados se evidencia que de los doce técnicos encuestados erraron aproximadamente un 40% al momento de contestar las preguntas relacionadas a los riesgos eléctricos arrojando como tendencia la pregunta número seis que corresponde a las causas de los accidentes.

Del mismo modo se encuentra que solo seis de los doce técnicos encuestados conocen la importancia del inversor cuando se trabaja en mantenimiento sin tensión de las redes convencionales de distribución.

De lo contrario se determina según los resultados que todos los técnicos encuestados conocen a cabalidad la importancia y el uso de los elementos de protección personal como método de prevención de riesgos eléctricos.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con la encuesta realizadas a técnicos electricista que desempeñan labores de mantenimiento en redes convencionales y en sistemas FV con inyección a red, se concluye que tanto los empleadores como los trabajadores requieren periódicamente capacitaciones y reentrenamiento en temas relacionado a accidentes y riesgo eléctrico.

Se resalta la importancia de la existencia de la Anti-isla en los sistemas FV como elemento activo ideal para evitar retornos de la inyección a la red y que evita que el operación o trabajador que está realizando el mantenimiento con la red desenergizada llegue a sufrir algún accidente.

Se concluye que se debe generar gran impacto y conciencia en los trabajadores que están expuestos a constantes peligros de orden eléctricos y aún más generar la necesidad en los empleadores de realizar jornadas de forma frecuente de actividades relacionadas a la prevención de los riesgos enseñando el beneficio, tanto para la salud y seguridad de sus trabajadores, como el prestigio de ser compañías pioneras en promover las buenas practicas iniciando desde los directivos.

Se deja en evidencia que, siguiendo la normatividad relacionada a la prevención y mitigación del riesgo, haciendo el correcto uso de EPP y promoviendo las buenas prácticas ayudaría a que el índice de accidentes laborales de origen eléctrico disminuya en los mantenimientos de sistemas fotovoltaicos con inyección a red.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir el instructivo ubicado en el anexo a este documento cada vez que realice cualquier trabajo de origen eléctrico, en especial los trabajos de mantenimiento de sistemas fotovoltaicas con inyección a red convencional.

Si realiza trabajo en alturas se recomienda cumplir con requisitos mínimos como:

- Estar al día con el curso avanzado de alturas.
- Que hallan como mínimo dos personas laborando uno que es el que ejecuta la labor y un ayudante.
- Que exista un coordinador de alturas el cual hace el permiso y puede hacer de hombre de seguridad.
- Que exista un responsable que es el que autoriza realizar la labor, pero con la ayuda del coordinador.
- Realizar un permiso para trabajar en alturas.

Todas las personas que vayan a trabajar en el mantenimiento deben tener conocimiento de la labor a realizar.

Para trabajos futuros se debe hacer un análisis matricial en condiciones de seguridad en peligros eléctricos y buscar los controles para resolverlos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3M. (05 de junio de 2016). Gafas de Seguridad. *Hoja Técnica*. Colombia. Obtenido de https://multimedia.3m.com/mws/media/898823O/3m-ficha-tecnica.pdf

AAE Proveedores Industriales. (23 de agosto de 2019). Protectores auditivos: ¿conoces la importancia de este implemento de protección? Obtenido de https://www.aeeproveedores.com/protectores-auditivos-implemento-proteccion/

Aguilar Paña, J. D., & Merino Baena, J. F. (septiembre de 2014). Electrónica Aplicada a Sistemas Fotovoltaicos. España. Obtenido de https://issuu.com/jaguilarpena/docs/electronica_aplicada_sfv_pfc_redu3

Blanco Orozco, N. P. (2015). Análisis de seguridad y productividad del suministro de energía eléctrica en el sistema eléctrico de Nicaragua en el periodo comprendido desde el año 2010 hasta el 2018. *Revista Iberoamericana de Bioeconomia y Cambio Climático, 1*(2), 20-53. Obtenido de https://www.camjol.info/index.php/RIBCC/article/view/2476/2536

Cardenas, Y. (11 de noviembre de 2010). Escaleras manuales. Obtenido de https://es.slideshare.net/YACARLA/escaleras-manuales

Castillo Rosa, J., Suárez Cebador, M., Rubio Romero, J. C., & Aguado, J. A. (enero de 2017). Personal factors and consequences of electrical occupational accidents in the primary, secondary and tertiary sectors. *91*, 286-287. Safety Science. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.08.021.

Egoavil La Torre, V. (2017). Protección para Instalaciones Eléctricas en Edificaciones. Obtenido de https://www.usmp.edu.pe/vision2017/pdf/materiales/Ponencia_Proteccion_para_Instalaciones_Electricas_en_Edificaciones.pdf

ESSA. (2020). *https://www.essa.com.co/site/Portals/clientes/Documentos/hogar/Autogeneracion/cartilla-essa-epm.pdf?ver=2021-04-29-082446-997.* Obtenido de https://www.essa.com.co/site/clientes/hogar/tramites-y-servicios-hogar/autogeneracion

FISO. (12 de junio de 2015). Medidas básicas de prevención de los riesgos eléctricos. Obtenido de http://www.fiso-web.org/noticias/MEDIDAS-BASICAS-DE-PREVENCION-DE-LOS-RIESGOS-ELECTRICOS-652

Flórez Arias, J. M. (14 de Abril de 2018). ¿Por qué la energía solar rompió récords en el 2017? Obtenido de https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/generacion-de-energia-solar-aumento-en-2017-en-el-mundo-205376

Fossati, J. P. (01 de septiembre de 2011). Revisión bibliográfica sobre micro redes inteligentes. *Memoria Investigaciones En Ingeniería, (9), 13-20.* Obtenido de http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/286

Fronius. (13 de junio de 2021). Datos técnicos fronius primo. España. Obtenido de https://www.fronius.com/~/downloads/Solar%20Energy/Datasheets/SE_DS_Fronius_Symo_ES.pdf

Gecab. (s.f.). Trabajo en alturas. Bogotá, Cundinamarca, Colombia. Obtenido de https://gecabcolombia.com/categoria-producto/trabajo-en-alturas/

Geseme. (2014). *Energía solar y prevención de riesgos laborales.* Obtenido de Geseme News: http://geseme.blogspot.com/2014/11/energia-solar-y-prevencion-de-riesgos.html

Gil Garcia, D. (17 de junio de 2016). *Riesgos y consecuencias de los peligros de la electricidad en el trabajo.* Obtenido de Univesitat de Valencia: https://www.uv.es/uvweb/master-prevencio-riscos-laborals/ca/master-universitari-prevencio-riscos-laborals/riesgos-consecuencias-los-peligros-electricidad-trabajo-1285880215908/GasetaRecerca.html?id=1285972801371

Giraldo, M., Vacca Ramírez, R., & Urrego Quintanilla, A. (2018). Las energías alternativas ¿una oportunidad para Colombia? *9*(13). Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6540494.pdf

Gómez Navarro, L. (2016). Estudio de prefactibilidad de un sistema solar fotovoltaico con conexión a red de 70 kw: análisis de caso en Valledupar, Colombia. Buenos Aires: Centro de estudios de la actividad regulatoria energética. Obtenido de http://www.ceare.org/tesis/2016/tes16.pdf

Gómez Ramírez, J. M. (2017). *LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN.* Obtenido de https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10312/G%C3%B3mez2018.pdf?sequence

González Riva, J. L. (enero de 2017). Riesgos operacionales del sistema eléctrico en el mantenimiento de sistemas fotovoltaicos. *Revista Electro Industrial*. Obtenido de http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2948&ni=riesgos-operacionales-del-sistema-electrico-en-el-mantenimiento-de-sistemas-fotovoltaicos

Grupo Industrial Bremen. (s.f.). Ficha técnica guantes en vaqueta. Obtenido de https://www.industrialbremen.com.co/uploads/guantesenvaquetatipoingbremenconverted-3aa56e0ff5.pdf

Hernández Aguirre, F. A., Orrante Sakanassi, J. A., & Vázquez Palma, M. G. (marzo de 2019). Medidor bidireccional trifásico interconectado a la red con monitoreo de la generación de energía eléctrica del conjunto panel-microinversor. *13, 8*, 21-32. México: Revista de Ingeniería Eléctrica. Obtenido de https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Electrica/vol3num8/Revista_de_Ingenier%C3%ADa_El%C3%A9ctrica_V3_N8_3.pdf

Insafe Fall Protection. (15 de enero de 2018). Casco de seguridad dieléctrico tipo I clase E y G Ref: IN 1406-R. *Ficha técnica*. Obtenido de http://masseguridadindustrial.com/wp-content/uploads/2018/05/FICHA-T%C3%89CNICA-CASCO-RATCHET-INSAFE.pdf

Inversiones Proin. (s.f.). Overol ignífugo manga larga con cinta. *Ficha técnica de producto*. Obtenido de https://inversionesproin.com/wp-content/uploads/2020/09/FICHA-TECNICA-OVEROL-IGNIFUGO-MARCA-BOSTER-.pdf

Kimberly Clark Professional. (s.f.). Ficha Técnica. *Guantes G40 Poliuretano*. Obtenido de https://www.kcprofessional.com.co/media/7020122/Ficha-Tecnica-G40-Poliuretano-PU.pdf

Leza, Escriña & Asociados S.A. (2015). Nuevos riesgos. Energía solar fotovoltaica. Buenos Aires, Argentina. Obtenido de https://www.lea-global.com/uploads/circulares/2015/09/5_nuevos_riesgos_-_energia_solar_fotovoltaica.pdf

Libus. (s.f.). Protector facial cilíndrico arc flash8 af. Argentina. Obtenido de https://www.libus.com.ar/descargas/fichastecnicasdeproducto2018/FACIAL/VISORES/ARCFLASH/903161.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (30 de agosto de 2013). RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. 211. Bogota D.C., Colombia.

Ministerio del Trabajo. (20 de noviembre de 2019). Resolución Numero 5018 de 2019. (SafetYA, Recopilador) Bogotá, Colombia. Obtenido de https://safetya.co/wp-content/uploads/2019/11/resolucion-5018-de-2019-sst-energia-electrica.pdf

Morrón Ruíz de Gordejuela, L. (25 de noviembre de 2014). Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano (II): La edad de la gran potencia. Los Mundos de Brana. Obtenido de https://losmundosdebrana.com/2014/11/25/efectos-de-la-corriente-electrica-en-el-cuerpo-humano-ii-la-edad-de-la-gran-potencia/

Muñoz Chacón, C. A. (agosto de 2015). Estudio de accidentes eléctricos y peligro del arco eléctrico. Introducción a un programa de seguridad eléctrica. *SciELO, 17*(53). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492015000200005

Novax. (s.f.). Guantes de Protección. *Ficha técnica*. Obtenido de https://4552735.app.netsuite.com/core/media/media.nl?id=33381&c=4552735&h=8b6de7a22cb2df5b554d&_xt=.pdf

Resch, R. (2017). *La promesa de la energía solar: Estrategia energética para reducir las emisiones de carbono en el siglo XXI.* Obtenido de Crónica ONU: https://www.un.org/es/chronicle/article/la-promesa-de-la-energia-solar-estrategia-energetica-para-reducir-las-emisiones-de-carbono-en-el

Rodas Rodríguez, M. J. (octubre de 2016). Prevención de riesgos eléctricos laborales para el área de gerencia de proyectos de transmisión de energía, para una empresa de estudios y diseños eléctricos. Guatemala. Obtenido de http://www.repositorio.usac.edu.gt/5823/1/Mar%C3%ADa%20Jos%C3%A9%20Rodas%20Rodr%C3%ADguez.pdf

Rodríguez Suárez, J. S., Espinoza Navarrete, E., Rosenbuch, J., Ortega Navarro, H. O., Martínez Fernández, M., Cedano Villavicencio, K. G., & Armenta, M. M. (2017). *La Industria Solar Fotovoltaica Y Fototérmica En México.* Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/428621/La_industria_solar_fv_y_ft_en_M_xico-compressed.pdf

SAGA. (27 de mayo de 2020). Botas de seguridad. *Ficha técnica Ref. 4059W*. Obtenido de https://vizyonindustrial.co/wp-content/uploads/2021/03/Ficha-Tecnica-bota-dielectrica-4059W-actualizada.pdf

Sala situacional; Diereccion Nacional de Bomberos de Colombia. (2020). Eventos atendidos por bomberos Colombia. Bogotá, Colombia: Ministerio del Interior. Obtenido de https://bomberos.mininterior.gov.co/sala-de-prensa/noticias/eventos-atendidos-por-bomberos-colombia

Sati Group S.P.A. (s.f.). L/T3 30.000 volt fine ribbed mat. *Especificaciones técnicas*. Castel Maggiore, Italia. Obtenido de https://www.seguridadyaltura.com/wp-content/uploads/2019/12/Tapete-Dielectrico-Sati-LT3-30.000-voltios.pdf

Sebastian, D. (07 de junio de 2021). Orígenes de los accidentes con los paneles solares. *KeeUI Solar*. Obtenido de https://keeui.com/2021/06/07/origenes-de-los-accidentes-con-los-paneles-solares/

Serna, O., Pointud, M., & Casas, F. (2020). Seguridad Eléctica. Colombia: SCIO. Obtenido de https://www.comunidadelectrica.com/recursos/seguridad-electrica/14-accidentes-de-origen-electrico-en-colombia

Serrano, Raul; Clean Energy Reviews. (11 de julio de 2020). *Eficiencia del panel solar.* Obtenido de Tritec Intervento: https://tritec-intervento.cl/eficiencia-del-panel-solar-parte-i/

Soliciones Floruma. (s.f.). Accesorios para trabajos en alturas. Santa Ana, Costa Rica. Obtenido de https://solucionesfloruma.com/es/productos/accesorios-para-trabajos-en-alturas

Sumatec. (12 de mayo de 2020). Conoce los tipos de respiradores, sus usos y beneficios. Colombia. Obtenido de https://sumatec.co/conoce-los-tipos-de-respiradores-sus-usos-y-beneficios/

Tevium Ingeniería. (s.f.). Catálogo maletas y protectores. Obtenido de http://tevium.com.co/data/documents/Catalogo-Maletas-y-Protectores.pdf

Velasco Ramírez E., Á. C. (marzo de 2013). Redes de transmisión inteligente. Beneficios y riesgos. *SciELO, 14*(1). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432013000100008

Vicsa Safety. (12 de junio de 2014). Ficha técnica arnés dieléctrico 4 argollas. Funza, Cundinamarca, Colombia. Obtenido de https://www.vicsacolombia.com/assets/ft_alturas_arnes-dielectrico.pdf

Villarrubia, M. (s.f.). Seguridad eléctrica: efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano. EnerGuia. Obtenido de http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/anexo/s-BIB851.pdf

9. ANEXOS

Como resultado esencial, se busca generar conciencia de los peligros inminentes que existen en los trabajos de orden eléctrico y darles a conocer que hacer uso correcto del presente instructivo al momento de hacer algún trabajo eléctrico va a lograr disminuir los riesgos de accidentalidad de los técnicos electricistas y se logrará que realicen las actividades de mantenimiento en los sistemas fotovoltaicos con inyección a la red convencional de distribución.

Como segundo anexo se relacionan las encuestas realizadas a los doce técnicos electricistas que realizan mantenimiento a sistemas eléctricos para así dimensionar los conocimientos en relación al tema de reducción o mitigación de los riesgos laborales presentes al momento de ejecutar trabajos de mantenimiento a los sistemas fotovoltaicos con inyección a redes convencionales de distribución.

Anexo A

INSTRUCTIVO PARA MINIMIZAR RIESGO LABORAL

EN REDES DE DISTRIBUCIÓN CON INYECCIÓN A RED DE SISTEMAS SOLARES FV

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías

Tecnología en Electricidad Industrial

Bucaramanga, 13 de septiembre de 2021

1. Inspeccionar el estado de los EPP y equipos de alturas:

- El **arnés de seguridad** es parte de los elementos de protección personal en trabajos de altura y debe ser utilizado obligatoriamente para evitar graves accidentes.



Fuente: Tomada de (Vicsa, 2014)

- Las **Gafas de protección** son de diferentes tipos, materiales y colores, etc., y se ajustan completamente a la cara y proveen protección contra salpicaduras en la manipulación de químicos o ante la presencia de gases y vapores.



Fuente: Tomada de (3M, 2013)

- El **casco dieléctrico** es fundamental para que los usuarios eviten accidentes laborales y lesiones en la cabeza.



Fuente: Tomada de (Insafe, 2018)

Utiliza **dotación ignífuga** completa y según el protocolo, las **botas dieléctricas** debidamente amarradas para mayor protección y seguridad.



Fuente: Tomada de (Inversiones PROIN, 2020)



Fuente: SAGA, 2020

Hacer el uso de **protección respiratoria** en la ejecución de trabajos donde se evidencia sustancias en el aire perjudiciales para el cuerpo humano al ser aspiradas.



Fuente: Tomada de (Sumatec, 2020)

Hacer uso de **protección auditiva** en la ejecución de labores donde el trabajador este expuesto a ruidos que puedan causar lesiones en el sistema auditivo.



Fuente: Tomada de (AAE Proveedores Industriales, 2019)

2. Diligenciar la lista de chequeo o permiso previo a la tarea en alturas e inspección de zona de trabajo, evidenciando riesgos que se encuentren en el entorno como estructuras en mal estado, conexiones eléctricas indebidas, conexiones sistemas solares fotovoltaicos, entre otros.

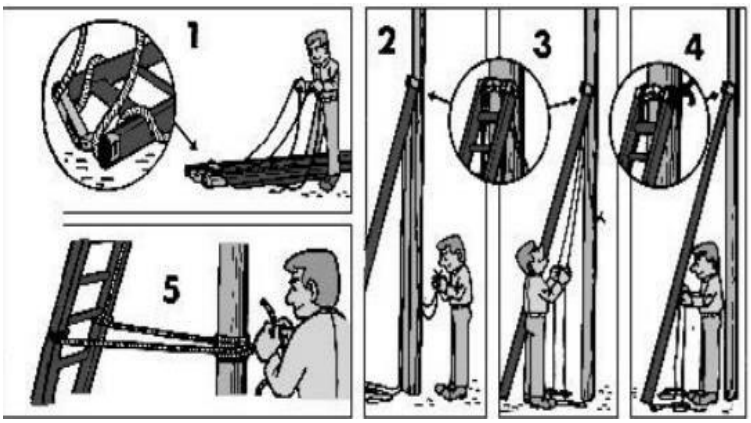
3. Delimitar y demarcar el área con el objetivo de restringir el acceso o ingreso al personal ajeno a la labor.



Fuente: (Autores)

4. Posicionamiento y revisión de la escalera.

Para la **escalera de extensión** se debe posicionar a una inclinación de setenta y cinco grados respecto a la superficie que debe ser estable, verificar que el riel este bloqueado y asegurarla a la estructura inmovilizando la parte media y la parte superior de la escalera para evitar deslizamiento.



Fuente: Tomada de (Yajaira Cardenas, 2010)

Tanto las **escaleras de tijera** en aluminio como para la extensiva se debe inspeccionar el estado de los peldaños, también se debe revisar que no se encuentren húmedos, rotos o cristalizados.



Fuente: Tomada de (Yajaira Cardenas, 2010)

5. Equipos de protección contra caídas.

El arnés anteriormente mencionado es indispensable para para salvaguardar la vida del trabajador que está expuesto al riesgo de caída, pero adicional a este equipo se debe hacer uso de los siguientes equipos que lo complementan.

- La **eslinga de restricción en "Y" dieléctrica** posee tres ganchos y es usada para ascenso o descenso de escaleras. El gancho del medio va sujeto a la argolla pectoral del arnés y los otros dos son usados para la seguridad y deben ir intercalándose en los peldaños a medida que se realiza el ascenso o el descenso en la escalera.



Fuente: Tomada de (Gecab, s.f)

- El kit de **línea de vida** es indispensable para los trabajos en alturas dado que es una protección adicional la cual restringe el descenso en caso de caída, está compuesto por la **cuerda estática** y por el **freno arrestador** de caídas el cual debe coincidir el diámetro adecuado para la cuerda. Sus configuraciones principales son para trabajos verticales y horizontales.



Fuente: Tomada de (Soluciones Floruma, s.f)

- El **Tie off dieléctrico** es uno de los elementos más versátiles entre los equipos y elementos contra caídas porque que permiten conexiones en sitios poco convencionales acorde a la labor que se realiza y que se pueden trasladar con facilidad.



Fuente: Tomada de (Gecab, s.f)

- La **eslinga de posicionamiento dieléctrica** se usa esencialmente para sujetarse a la estructura mientras se ejecutan las labores de manera estacionaria.



Fuente: Tomada de (Gecab, s.f)

6. Recomendaciones

- Durante el acenso y descenso por escalera de extensión el técnico debe mantener como mínimo tres puntos de apoyo.
- En trabajos horizontales donde sea necesario realizar la instalación de la línea de vida horizontal y hacer uso de los equipos de protección de contra caída.
- Si debe realizar desplazamientos durante trabajos sobre techo debe

realizarlo de forma cuidadosa, verificando el lugar donde apoya el pie y avanzando de forma cautelosa.

- Para todos los trabajos de alturas de acceso vertical se debe hacer instalación y uso de la línea de vida vertical al igual que los quipos de detención de caídas.

Anexo B

Encuestado 1

Tiempo necesario para terminar: 01:02

Puntos: 5/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso ✗
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- **Verdadero** ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Factores técnicos.
- Factores humanos.
- **Naturaleza de la corriente, continua o alterna.** ✗
- Todas son ciertas. ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso ✓
- Verdadero ✗

Encuestado 2

Tiempo necesario para terminar: 01:05

Puntos: 5/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo. ✗
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- **Verdadero** ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Factores técnicos.
- **Factores humanos.** ✗
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- Todas son ciertas. ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso ✓
- Verdadero ✗

Encuestado 3

Tiempo necesario para terminar: 00:51

Puntos: 7/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✗
- Verdadero ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Factores técnicos.
- Factores humanos.
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- **Todas son ciertas.** ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (●) Falso ✓
- ( ) Verdadero

Encuestado 4

Tiempo necesario para terminar: 00:44

Puntos: 6/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo. ✗
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- ✓ Ambas respuestas son correctas.
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- ✓ Verdadero

6. En los accidentes eléctricos influyen:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Factores técnicos.
- Factores humanos.
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- ✓ Todas son ciertas.

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- ✓ Falso
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso ✓
- Verdadero ✗

Encuestado 5

Tiempo necesario para terminar: 00:40

Puntos: 6/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (✗) Falso
- ( ) Verdadero (✓)

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (✓) Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad.
- ( ) Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- ( ) Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- ( ) Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- ( ) Arco eléctrico.
- ( ) Contacto eléctrico directo.
- ( ) Contacto eléctrico indirecto.
- (✓) Todas las anteriores.

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- **Verdadero** ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Factores técnicos.
- **Factores humanos.** ✗
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- Todas son ciertas. ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (●) Falso ✓
- ( ) Verdadero

Encuestado 6

Tiempo necesario para terminar: 00:37

Puntos: 6/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- **Verdadero** ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Factores técnicos.** ✗
- Factores humanos.
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- Todas son ciertas. ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso ✓
- Verdadero ✗

Encuestado 7

Tiempo necesario para terminar: 00:45

Puntos: 6/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo. ✗
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- **Verdadero** ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Factores técnicos.** ✗
- Factores humanos.
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- Todas son ciertas. ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (●) Falso ✓
- ( ) Verdadero

Encuestado 8

Tiempo necesario para terminar: 01:02

Puntos: 6/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✗
- Verdadero ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Factores técnicos.
- **Factores humanos.** ✗
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- Todas son ciertas. ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (●) Falso ✓
- ( ) Verdadero

Encuestado 9

Tiempo necesario para terminar: 00:36

Puntos: 5/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo. ✗
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✗
- Verdadero ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Factores técnicos.
- Factores humanos.
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- **Todas son ciertas.** ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso ✓
- Verdadero ✗

Encuestado 10

Tiempo necesario para terminar: 00:25

Puntos: 6/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (x) Falso
- ( ) Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (x) Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- ( ) Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- ( ) Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- ( ) Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- ( ) Arco eléctrico.
- (x) Contacto eléctrico directo.
- ( ) Contacto eléctrico indirecto.
- ( ) Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Información, Formación y Protección de los Trabajadores.
- Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- **Ambas respuestas son correctas.** ✓
- Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- **Verdadero** ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Factores técnicos.
- Factores humanos.
- Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- **Todas son ciertas.** ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- **Falso** ✓
- Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (●) Falso ✓
- ( ) Verdadero

Encuestado 11

Tiempo necesario para terminar: 01:07

Puntos: 6/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- (●) Información, Formación y Protección de los Trabajadores. ✗
- ( ) Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- ( ) Ambas respuestas son correctas. ✓
- ( ) Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- ( ) Falso
- (●) Verdadero ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- (●) Factores técnicos. ✗
- ( ) Factores humanos.
- ( ) Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- ( ) Todas son ciertas. ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- (●) Falso ✓
- ( ) Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- (●) Falso ✓
- ( ) Verdadero

Encuestado 0

Tiempo necesario para terminar: 19:25

Puntos: 5/8

1. El riesgo laboral es la posibilidad de sufrir un determinado daño derivado del trabajo. Existen numerosos reglamentos que intentan evitar los daños en la salud (sobre señalización, manejo de cargas, pantallas de visualización, agentes biológicos, agentes eléctricos, etc.).

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso
- Verdadero ✓

2. Son elementos de protección personal:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Casco, barboquejo, guantes, botas de seguridad, tapa oídos y gafas de seguridad. ✓
- Tenis, camisa, anillos y pantaloneta.
- Guantes, tenis, casco, barboquejo, tapa oídos y gafas.
- Ninguna de las anteriores.

3. La puesta en contacto de una parte del cuerpo del trabajador y un elemento conductor habitualmente puesto en tensión es el concepto de:

1 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Arco eléctrico.
- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Todas las anteriores. ✓

4. Las medidas de protección frente a contactos eléctricos van encaminadas a:

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- (●) Información, Formación y Protección de los Trabajadores. ✗
- ( ) Sistemas de seguridad de la instalación y Procedimientos de Trabajo.
- ( ) Ambas respuestas son correctas. ✓
- ( ) Ninguna es correcta.

5. El riesgo eléctrico es aquel que es causado por fuentes eléctricas y en un accidente puede afectar la salud e integridad de los trabajadores. La electricidad es la fuente de energía que más se usa en la cotidianidad.

0 / 1 pto
Calificada de forma automática

- (●) Falso ✗
- ( ) Verdadero ✓

6. En los accidentes eléctricos influyen:

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- ( ) Factores técnicos.
- ( ) Factores humanos.
- ( ) Naturaleza de la corriente, continua o alterna.
- (●) Todas son ciertas. ✓

7. Cuando se está realizando labores de mantenimiento a sistemas FV con o sin inyección a la red de distribución convencional, después de empezar un trabajo ¿Diligenciar el pre operacional, analizar los riesgos de la zona donde se hace el trabajo y señalizar?

1 / 1 pto
Calificada de forma automática

- (●) Falso ✓
- ( ) Verdadero

8. Los inversores son de la red y para proteger al trabajador, debe revisar primero si en la zona existen sistemas fotovoltaicos para que no me energice la red comercial.

0 / 1 pto

Calificada de forma automática

- Falso ✓
- Verdadero ✗