	SISTEMA DE GESTIÓN AES COLOMBIA PROCEDIMIENTO PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN PERSONAL	
	CO-SS-PR-018	
	Versión: 5	Fecha Revisión: Ago-2023

1. PROPÓSITO

El propósito del procedimiento de puestas a tierra de protección personal es brindar los lineamientos necesarios que permitan proteger a los empleados de las lesiones eléctricas que pueden ocurrir mientras trabajan en un circuito que se considera aislado eléctricamente de toda fuente dinámica. El cumplimiento de este documento asegurará que todas las puestas a tierra estén instaladas para:

- Probar que el circuito o equipo eléctrico se encuentra retirado de toda fuente dinámica de energía.
- Brindar protección en caso de reenergización accidental causada por error de operación, contacto con circuitos aledaños, rayos, tensión de retorno, falla de aislamiento, etc.
- Brindar protección ante la inducción electrostática y electromagnética que pueda ser generada por circuitos energizados adyacentes, viento u otros equipos energizados.

2. ALCANCE

El presente procedimiento es aplicable a todos los trabajos en circuitos, ambientes o instalaciones aislados de sistemas de distribución en líneas aéreas en AES Colombia.

3. RESPONSABLES

El Gerente de producción, Director de mantenimiento, Director de operación, Director de seguridad industrial, Ingenieros de confiabilidad, planeadores, supervisores y jefes de trabajo son los responsables de la implementación y mantenimiento del procedimiento de puestas a tierra.

Aprobó Francisco A. Castro Director de Seguridad Industrial	Actualizó Ana María Cárdenas Analista Implementación ISO 45001	Revisado por: Francisco A. Castro Director de Seguridad Industrial	Fecha Actualización: 24/08/2023	No. Hojas: 25
				No. Anexos: 01

4. DEFINICIONES

- 4.1. AISLADO:** Circuito o equipo eléctrico que se retira de una fuente de energía eléctrica dinámica. Aislado no significa que el sistema está conectado a tierra.
- 4.2. DESENERGIZADO:** Desconectado de todas las fuentes intencionales de suministro eléctrico mediante la apertura de los interruptores, puentes, grifos, codos, entre otros. Des energizado no significa que el sistema esté conectado a tierra. Las líneas y equipos des energizados pueden cargarse o energizarse eléctricamente a través de diversos medios, por ejemplo, inducción de circuitos energizados, generadores portátiles o iluminación. Las líneas y equipos des energizados no permiten a los trabajadores entrar en la distancia de aproximación mínima (como se define en el procedimiento de Seguridad Eléctrica de AES Colombia) a menos que se sigan todos los procedimientos de trabajo de "línea viva".
- 4.3. EQUIPO DE PUESTA A TIERRA:** Equipo diseñado y adecuado para transportar corriente de falla, compuesto por cable, pinzas de ajuste tipo tornillo y virolas prensadas (según lo especificado por la norma ASTM F855S).
- 4.4. FUENTE ELÉCTRICA DINÁMICA:** Fuente del propio sistema eléctrico, o de otra fuente, como los generadores portátiles y no de inducción.
- 4.5. PUESTA A TIERRA:** Medios de conexión de un circuito eléctrico o equipo eléctrico a tierra, ya sea intencional o accidental.
- 4.6. PRINCIPIO DE UNIÓN:** Uniones instaladas de manera que un trabajador se mantiene en una zona de equipotencial. Un trabajador no debe ser capaz de colocar un puente entre un circuito conectado a tierra y cualquier estructura, vehículo, barra, cable o cualquier otro objeto que no esté unido o conectado a la red enlazada.
- 4.7. PRINCIPIO DE PUESTA A TIERRA:** Protecciones a tierra instaladas para reducir cualquier flujo de corriente a través de un trabajador a un nivel aceptable, proporcionando una derivación en paralelo de baja resistencia alrededor del trabajador. Si el circuito se activa o se energiza, las tierras deben ser capaces de conducir la corriente máxima de falla que podría fluir en el punto de puesta a tierra durante el tiempo necesario para borrar el fallo.

- 4.8. PLAN DE PUESTA A TIERRA:** Un documento escrito aprobado para planificar el aislamiento completo de un circuito y los lugares para la instalación de las protecciones a tierra.
- 4.9. PROBADOR DE PUESTA A TIERRA:** Un dispositivo diseñado para poner a prueba la resistencia de un equipo de puesta a tierra completo.
- 4.10. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN PERSONAL (TIERRA):** Combinación entre sistemas de puesta a tierra temporal y puestas a tierra personales instaladas en un método que une las líneas y equipo des energizado con todos los demás objetos conductores presentes en el lugar de trabajo, incluyendo la estructura, lo que limita el voltaje de exposición a un valor seguro para crear una zona equipotencial. La puesta a tierra de protección personal debe incluir tanto el sistema de puesta a tierra temporal como la puesta a tierra personal.
- 4.11. PUESTAS A TIERRAS PERSONALES:** Combinación de un conjunto de barras, una plataforma, y un puente de puesta a tierra desde la barra de clúster a la fuente de tierra del lugar de trabajo.
- 4.12. PROBADOR DE POTENCIAL (VOLTAJE):** Dispositivo que se utiliza para probar un circuito o equipo para la existencia de la energía eléctrica dinámica.
- 4.13. SOPORTE DE PUESTA A TIERRA:** Método de puesta a tierra donde se instalan equipos de puesta a tierra temporales a ambos lados de un lugar de trabajo.
- 4.14. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA TEMPORAL:** Equipo de puesta a tierra de protección temporal instalado de manera que une la fuente de tierra y conductores de fase, entre sí. Las puestas a tierra temporales no se utilizan para la protección de los trabajadores por sí mismos.
- 4.15. TIERRA (FUENTE DE TIERRA):** Tierra o un cuerpo conductor de magnitud relativamente grande que sirve en lugar de la tierra. La tierra normalmente proporciona una referencia de cero (0) voltios o sin voltaje, para circuitos eléctricos. Bajo condiciones de falla, la tierra puede subir en voltaje a un nivel por encima de cero voltios cerca de una conexión intencional o accidental de un circuito eléctrico al suelo.
- 4.16. UNIÓN:** Interconexión eléctrica de las partes conductoras diseñadas para mantener un potencial eléctrico común.

- 4.17. ZONA EQUIPOTENCIAL:** Estado de mantenimiento de un potencial eléctrico casi idéntico entre dos o más elementos, en comparación con la tensión presente nominal.
- 4.18. ARCO ELÉCTRICO:** Haz luminoso producido por el flujo de corriente eléctrica a través de un medio aislante, que produce radiación y gases calientes.
- 4.19. ESTUDIO DEL RIESGO DE ARCO ELÉCTRICO:** Análisis de Ingeniería específico para cada una de las instalaciones a través de software que permite desarrollar un análisis de arco eléctrico, el cual incluye tanto métodos matemáticos como métodos empíricos para el análisis de riesgo de arco eléctrico más adecuado incluyendo media y alta tensión. Los estudios de Arco Eléctrico permiten establecer los niveles de riesgo eléctrico determinando los niveles de energía incidente, corrientes de arco eléctrico, límites de aproximación de personas a equipos y tableros eléctricos, equipos de protección personal y diseño etiquetas de prevención.

5. PRINCIPIOS GUÍAS Y NORMAS FUNDAMENTALES

- a. Trabajar en un circuito eléctrico desenergizado (energizado), o en un equipo sin puesta a tierra de protección personal o seguir el procedimiento de trabajo en línea viva, tiene la capacidad de matar o causar daño físico grave.
- b. Una adecuada puesta a tierra garantiza que se identifique correctamente el circuito desenergizado y que las personas que trabajan en el circuito estén protegidas si el circuito se vuelve a activar accidentalmente.
- c. Los procedimientos de trabajo en líneas vivas se deberán seguir cuando se trabaja en circuitos sin puesta a tierra de protección personal.
- d. Para garantizar que una persona no esté expuesto a ninguna corriente o voltaje peligroso después de que se instalen las puestas a tierra de protección personal, la instalación debe cumplir con el presente procedimiento.
- e. Para cumplir con el principio de puesta a tierra para controlar el voltaje y la corriente alrededor de un trabajador en una estructura, se debe:
 - Determinar la corriente de falla disponible en cada subestación y para cada circuito, de modo que se pueda especificar el tamaño correcto de los equipos de puesta a tierra.
 - El equipo de puesta a tierra especificado debe ser capaz de resistir la corriente de falla durante un tiempo necesario para borrar la falla. El equipo de puesta a tierra

de protección debe tener una capacidad de corriente superior o igual a la del calibre No. 2 AWG (ver apéndice A).

f. Para cumplir con el principio de puesta a tierra de protección personal para controlar la corriente de voltaje entre todos los elementos que pueden ser contactados, se debe:

- Establecer una zona equipotencial mediante la instalación de puentes y uniones en el punto de trabajo de manera que una persona no esté sujeta a ninguna diferencia de potencial.

g. Las líneas y equipos pueden ser tratados como aislados, siempre y cuando se establezcan todas las siguientes condiciones para asegurar que:

- Las líneas y el equipo están des energizados (lo que significa que se realizó la prueba de ausencia de voltaje).
- No hay posibilidad de contacto con otra fuente energizada.
- No existe peligro de voltaje inducido.

NOTA: Este método de aislamiento se aplica con mayor frecuencia a las instalaciones subterráneas.

6. CONDICIONES GENERALES

6.1. DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN ADECUADA DE LAS PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra de protección personal deberán colocarse en el punto de trabajo (zona equipotencial).

Las puestas a tierra temporales podrán colocarse hasta 100 [m] (300 [pies]) de la estructura en la que se está trabajando o del lugar de trabajo, y se deberán implementar medidas de control apropiadas (de ser necesario) para evitar el retiro no autorizado cuando los equipos de puestas a tierra se instalan más allá del límite visible del lugar de trabajo.

Cuando las tierras no están en la estructura en la que se está trabajando, se deberá instalar una unión desde la estructura a un conductor (mismo potencial neutro/neutro) para asegurar que se mantenga una zona equipotencial. La instalación del soporte de puestas a tierra a veces deberá realizarse, sin embargo, un puente de unión deberá instalarse en la estructura en la que se está trabajando.

NOTA: Cuando se utilizan conductores neutros para la conexión a tierra y el establecimiento de una zona equipotencial en áreas donde existe la posibilidad de que falten cables en la red debido a actividades ilegales, asegúrese de que el cable neutro esté conectado al segmento conectado a tierra de la red sin interrupción.

6.2. DETERMINACIÓN DEL EQUIPO DE PUESTA A TIERRA APROPIADO

El equipo de puesta a tierra debe ser capaz de conducir la corriente de falla máxima que podría fluir en el punto de puesta a tierra durante el tiempo necesario para borrar la falla y permanecer intacto hasta que se abra la protección del circuito.

Los equipos de tierra deberán estar disponibles en el tamaño requerido del cable, las pinzas de ajuste tipo tornillo y las virolas prensadas, para la corriente de falla disponible. La forma de las pinzas de ajuste debe ser compatible con la forma del conductor para obtener la mayor superficie de contacto y la menor resistencia. Los cables deben ser lo más cortos posible para reducir el "choque" cuando la corriente de falla es transportada y para reducir el peso de los cables.

Las puestas a tierra de protección son efectivas de acuerdo a su correcta instalación, incluyendo puntos de conexión limpios, conexiones apretadas y tamaño y clasificación de las pinzas de ajuste y cable adecuado.

6.3. ELECCIÓN DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA MÁS EFECTIVO

Un profesional competente deberá identificar el electrodo a tierra más efectivo de acuerdo al sistema de red y condiciones de trabajo.

La conexión al electrodo de tierra debe hacerse antes de cualquier otra conexión y debe ser retirada en último lugar.

6.4. ESTABLECIMIENTO DE UNA ZONA DE TRABAJO DE CONEXIONES EN EL LUGAR DE TRABAJO

Se debe instalar un puente de puesta a tierra de tamaño adecuado para establecer la conexión entre el electrodo de puesta a tierra y la estructura. Para mantener todo conectado en la zona de trabajo, los cables que se introduzcan en la zona de trabajo deben estar unidos al mismo electrodo de tierra.

6.5. PRUEBA DEL CIRCUITO A CONECTAR A TIERRA PARA VERIFICAR EL AISLAMIENTO

Se utilizará el detector de voltaje HVP 275, aprobado para verificar la ausencia de voltaje peligroso. El detector de voltaje será apto para medir la tensión nominal del sistema y calibrado y/o probado según las recomendaciones del fabricante.

No se utilizará pruebas de software (tales como fuzzing), como método confiable para distinguir entre la inducción y los circuitos dinámicamente vivos.

6.6. GARANTIZAR LAS CONEXIONES DE BAJA RESISTENCIA

El conductor a conectar a tierra (conductor de red o conductor del equipo) y el interior de las pinzas de ajuste deben estar limpios.

6.7. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

- a. El equipo de puesta a tierra debe ser inspeccionado visualmente antes de cada uso. Cualquier conexión a tierra con defectos, como el revestimiento desgastado, cable con torceduras, cable aplanado o roto, hilos de cable rotos, corrosión (envoltura de cables abultada o con puntos blandos), pinzas de ajuste agrietadas, desgaste en las mordazas de las pinzas de ajuste, desgaste en las roscas del perno de la pinza de ajuste, dificultad de operar los mecanismos de sujeción roscados, las conexiones sueltas entre el cable y las pinzas de ajuste o las virolas y pinzas de ajuste; deberán ser retirados inmediatamente y señalizados como inutilizables, o destruido.

Como buena práctica, se inspeccionarán los equipos de puesta a tierra después de cada uso y/o antes de colocarlos en el almacenamiento.

- b. El equipo de puesta a tierra será inspeccionado por una profesional competente y probado al menos una vez al año para asegurar que seguirá proporcionando un camino de baja resistencia alrededor de un trabajador. Los equipos de puesta a tierra sin una inspección y una certificación de prueba válidas no deberán utilizarse para puesta a tierra.

6.8. INSTALACIÓN DE LAS PINZAS DE AJUSTE EN LOS CONDUCTORES DE FASE

- a. Los trabajadores que instalen pinzas de ajuste en los conductores de fase, luego de verificar ausencia de tensión deberán utilizar pértigas.
- b. La secuencia apropiada para la instalación de las pinzas de ajuste del conductor debe especificarse y puede variar dependiendo del tipo de circuito o equipo.
- c. Los trabajadores deben mantener un espacio libre y no estar en contacto con cables de puesta a tierra.
- d. En lugares donde no se puede usar un vehículo de cubo aislado, las herramientas de acceso, tales como escaleras, deben ser no conductoras.
- e. Se establecerá una zona equipotencial cuando se trabaje desde un poste o cubo si se trabaja en una estructura.

6.9. EXTRACCIÓN DE PUESTAS A TIERRA

- a. Las puestas a tierra se deberán retirar en el orden inverso al que se instalaron.
- b. Los trabajadores que retiren pinzas de ajuste de los conductores de fase deberán utilizar pértigas y ropa de protección de acuerdo con las normas aplicables.
- c. En lugares donde no se puede usar un vehículo de cubo aislado, las herramientas de acceso, tales como escaleras, deben ser no conductoras.

6.10. PREPARACIÓN DE UN PLAN DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

El plan de puesta a tierra se contemplará dentro del Análisis Seguro de Trabajo (AST), donde quedará documentado.

Para la realización de este plan se deberá considerar los parámetros de diseño de red o equipo, presencia de líneas estáticas o cables de tierra, impedancia del circuito, inducción (eléctrica y magnética), potenciales de contacto en condiciones de falla, entre otros factores de ingeniería, según sea el caso.

6.11. REGLAS TÉCNICAS A SER APLICADAS EN EL USO DE PUESTAS A TIERRA DE MEDIA TENSIÓN

6.11.1. Autorización

Para la realización de una actividad en líneas de media tensión se deberá contar con lo siguiente:

- a. Autorización del supervisor y/o director de área.
- b. Autorización de la parte operativa, mediante consignación del equipo.
- c. Autorización del área de seguridad Industrial, mediante los permisos de trabajo.

6.11.2. Evaluación de corriente de falla

Para la evaluación de la corriente de falla que debe soportar el sistema de puesta a tierra portátil a instalar en una determinada instalación, barraje o tablero, se puede referir a lo establecido el Artículo 15.7.1 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE o a los resultados de corriente de corto circuito calculados para cada equipo de la central Hidroeléctrica de Chivor y la PCH Tunjita, en el Anexo 4 del estudio por arco eléctrico.

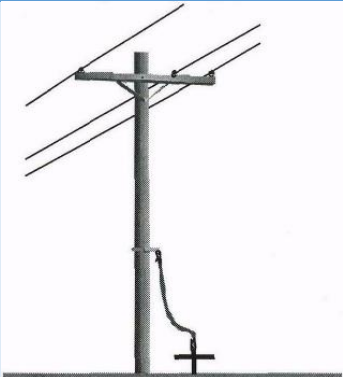


6.11.3. Pasos específicos para instalar y retirar puestas a tierra en sistemas de transmisión


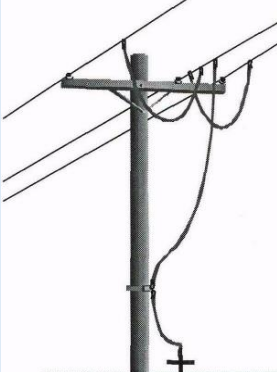
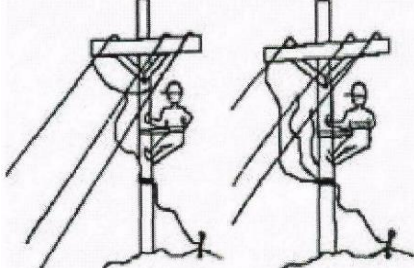
- a. En sala de control se desenergizarán los circuitos, para garantizar que el circuito está y permanecerá aislado y los puntos de aislamiento están bloqueados y/o señalizados.

- b. Realizar el permiso de trabajo por escrito ante el área de operación de acuerdo con el procedimiento para realizar consignación de equipos (autorización de trabajo) de AES Colombia.
- c. Realizar una reunión general de coordinación en el momento previo a la desenergización de la línea para informar a todos los participantes de los procedimientos a seguir.
- d. Efectuar corte visible de todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores asegurando imposibilidad de cierre intempestivo.
- e. Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- f. Bloquear (impedir maniobra) con señalización en el mando de “no operar” y extraer interruptor, y/o abrir seccionamiento en pórtico inicio de circuito de acuerdo con el estándar de bloqueo y etiquetado LOTO.
- g. En sitio de trabajos:
 - Confirmar con sala de control que fueron realizadas las maniobras anteriores.
 - Realizar inspección visual de todos los elementos del equipo de puesta a tierra y diligenciar el registro de la inspección en la lista de verificación disponible para esta actividad. En la inspección se debe asegurar que las conexiones de baja resistencia (conductor y la parte interna del morseto o contacto) estén limpios. Además de revisar visualmente el equipo de puesta a tierra, se le debe realizar mantenimiento (limpieza) y se debe probar como mínimo una vez por año.
 - Verificar a través de entrevistas al personal, observación del trabajo y revisión de los registros de inspección para asegurar que estén diligenciados.
 - Verificar el estado y uso de los elementos de protección del personal (casco dieléctrico, gafas, guantes aislantes según el nivel de tensión a trabajar con guante de trabajo).
 - Verificar que el personal se encuentre en perfectas condiciones técnicas, físicas y síquicas para el desempeño de la labor.
 - Señalizar y delimitar el área de trabajo
 - Verificar el estado de estructuras y puntos de puestas a tierra garantizando que se encuentren limpios.
 - Verificar que el equipo de puestas a tierra y la verificación de tensión sean de la clase de tensión de la red.

PROCEDIMIENTO PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- Instalar puestas a tierra de acuerdo con los siguientes pasos:

FIGURA	PASOS
	Paso 1: Enterrar el barreno o jabalina, coloque el puente de tierra, primero en la jabalina (a mano) y luego en la silleta.
	Paso 2: Coloque el puente de bajada en la silleta y luego con la pértiga en una de las fases.
	Paso3: Coloque uno de los puentes de fase, sobre la fase.

	<p>Paso 4: Retire el morseto que estaba colgado sobre la percha y colóquelo en la otra fase.</p>
	<p>Paso 5: Coloque el segundo puente de fase, repitiendo el mismo procedimiento de los pasos 3 y 4.</p>
	<p>Paso 6: De esta forma la puesta a tierra temporal es realizada de tal manera que el potencial de tierra queda inmediatamente debajo de los pies del liniero, tal como se muestra en la Figura 6, adoptada de la guía IEEE 1048.</p>

- Verificar que cumple con el principio de equipotencialidad, instalar tierras o uniones equipotenciales (un solo punto) en el punto de trabajo para que la persona no esté sujeta a ninguna diferencia de potencial con cualquier objeto que pueda tocar. La estructura debe estar unida a las tierras. Cuando las tierras no están en la estructura sobre la cual se trabaja, se necesitará instalar una unión desde la estructura al conductor (neutro) para asegurar que se mantiene una zona equipotencial. No instalar puestas a tierra a la ménsula o cruceta. Si están manipulando conductores desde el suelo fuera de la zona unida se requieren usar guantes de goma.
- Se debe usar el electrodo de tierra más efectivo: en los sistemas neutros de tierras múltiples (Ej.: sistema en estrella), el mejor electrodo a nivel tierra es el neutro. En otros sistemas (Ej.: sistema delta), será un electrodo de tierra (Ej.: una

barra de anclaje o una sonda de tierra). Se debe usar un hilo de guardia en las líneas de transmisión sobre postes de madera. Cuando se pone a tierra una estructura de acero, se necesitará instalar un borne de tierra temporal para que la conexión del morseto de tierra no queme el cable durante una reenergización accidental.

- Verificar que no se encuentren capacitores conectados en el sistema a intervenir.
- Guardar las distancias de seguridad de acuerdo con el Artículo 13º del RETIE, así:
 - Distancia mínima del suelo en bosques, áreas cultivadas pastos, huertos: tensión entre fases: 13.8/13.2/11.4/7.6: 5.6 [m].
 - Guardar distancias mínimas de aproximación a partes energizadas de equipos: tensión Fase-Fase 751 [V] – 15 [kV]: límite de aproximación seguro 3 [m].

h. Para normalizar:

- En el sitio de trabajos se procede a retirar la puesta a tierra desmontando con el proceso inverso al mencionado anteriormente, debe hacerse desde las fases hasta la tierra.
- Luego de retirada la puesta a tierra se garantiza en sitio la terminación de trabajos y se deja disponible la línea para energizar.
- Se informa en sala de control la terminación de actividades y las condiciones de normalidad dadas en el sitio y se entrega consignación mediante procedimiento escrito dando por terminada la consignación local para que en sala de control realicen el procedimiento de energización con proceso inverso al mencionado anteriormente.

Este informe debe ser dado únicamente por el supervisor responsable de actividad y quién realizó la consignación local.

6.12. REGLAS TÉCNICAS A SER APLICADAS EN EL USO DE PUESTAS A TIERRA DE ALTA TENSIÓN

6.12.1. Autorización

Para trabajos en alta tensión, el jefe de turno autoriza la ejecución de los trabajos mediante la consignación del equipo a intervenir.

6.12.2. Evaluación de corriente de falla

De acuerdo con el Artículo 15.7.1 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, el equipo de puesta a tierra temporal debe cumplir las siguientes especificaciones mínimas, adaptadas de las normas IEC 61230 y ASTM F 855:

- a) Electrodo: Barreno con longitud mínima de 1,5 m.
- b) Grapas o pinzas: El tipo de grapa debe ser el adecuado según la geometría del elemento a conectar (puede ser plana o con dientes)
- c) Cable en cobre extra flexible, cilíndrico y con cubierta transparente o translúcida que permita su inspección visual y cuyo calibre soporte una corriente de falla mínima de: En alta tensión 40 kA; en media tensión 8 kA y en baja tensión 3 kA eficaces en un segundo con temperatura final de 700 °C a criterio del Operador de Red, de la empresa de transmisión o la empresa de Generación, se pueden utilizar cables de puestas a tierra de menor calibre, siempre que la corriente de falla calculada sea menor a los valores antes citados y el tiempo de despeje sea tal que la temperatura en el conductor no supere los 700 °C. Si la corriente de falla es superior a los valores indicados, se debe usar un cable de capacidad suficiente para soportarla.

Adicionalmente, para dar cumplimiento a la norma NFPA 70E, la Central Hidroeléctrica de Chivor ha ejecutado el estudio y análisis por arco eléctrico para las instalaciones de la central Chivor (Informe A&A-EL-4500266520-16030-01), en el cual se realizaron los cálculos matemáticos y de ingeniería para determinar la corriente de cortocircuito en cada uno de los equipos que conforman el sistema eléctrico de la planta. Estos análisis y cálculos se basaron en la información de coordinación de protecciones, características técnicas de los equipos instalado, normatividad aplicable, información básica de la central, modelamiento del sistema de potencia y análisis de: Corto, Tiempos de respuesta

PROCEDIMIENTO PUESTAS A TIERRA DE PROTECCIÓN PERSONAL

de protecciones, Energía incidente y determinación del ATPV (Arc Thermal Performance Value) y nivel de riesgo para los EPP.

Para el caso específico del Banco de Transformadores (Barraje 230 kV) la corriente de cortocircuito 3F es de 30.5 kA, según los resultados del cálculo realizado durante el estudio por arco eléctrico (Archivo: A&A-EL-4500266520-16030-04 ANEXO 4), la cual se identifica en el adhesivo instalado en cada equipo.

<div style="text-align: right;"> AES CHIVOR CENTRAL DE GENERACION ESTUDIO DE ARCO ELÉC RESULTADOS DEL ANALISIS DE AI Archivo: A&A-EL-4500266520-16030-04 ANEXO 4 RESU </div>																	
ITEM	DESCRIPCIÓN EQUIPO	NODO DIAGRAMA UNIFILAR	NODO ANALISIS DE ARCO	TAG EQUIPO	INFORMACION ADHESIVO MPATSE												
					Nivel de Riesgo	Energía Incidente (cal/cm2)	Distancia Segura (cm)	Distancia Restringida (cm)	Distancia Prohibida (cm)	TENSION (KV)	Corriente corto 3F 1/2 ciclo (KA)	Distancia de trabajo (cm)	Frontera de Arco Eléctrico (cm)	Nivel de Riesgo	Nivel Aislamiento Guantes (kV)	Herramientas Aisladas	Careta de Protección
1	Patio subestacion 230 KV	Barraje 230 KV	Barraje 230 KV	PATIO 230 KV	4	28.9	400	170	160	230.0	30.50	273	1,343	4	NA	NA	SI
2	Transformador Tridevanado, 230/115/13.8 Kv, 90 MVA	Barraje 230 KV	TRIDEVANADO 230 KV	TRIDEVANADO 230 KV / T-37	4	28.9	400	170	160	230.0	30.50	273	1,343	4	NA	NA	SI
3	Banco G1 13.8 / 230 Kv, 54 MVA, Zcc 17% , Fase A	Barraje 230 KV	Banco G1 13.8 / 230 Kv, 54 MVA, Zcc 17% , Fase A	BANCO 1- TP1-TRF 0001	3	9.95	400	170	160	230.0	29.17	455	1,314	3	NA	NA	SI

Con base en lo anterior, los equipos de puesta a tierra portátiles y sus componentes como cable de cobre extra flexible, electrodos, grapas o pinzas para aplicación en el patio de transformadores de 230 KV deberán tener al menos la capacidad para soportar 30.5 kA de corriente de cortocircuito o corriente de falla.

6.12.3. Pasos específicos del procedimiento para instalar y retirar tierras en sistemas de transmisión aérea en alta tensión hasta 230 [kV]

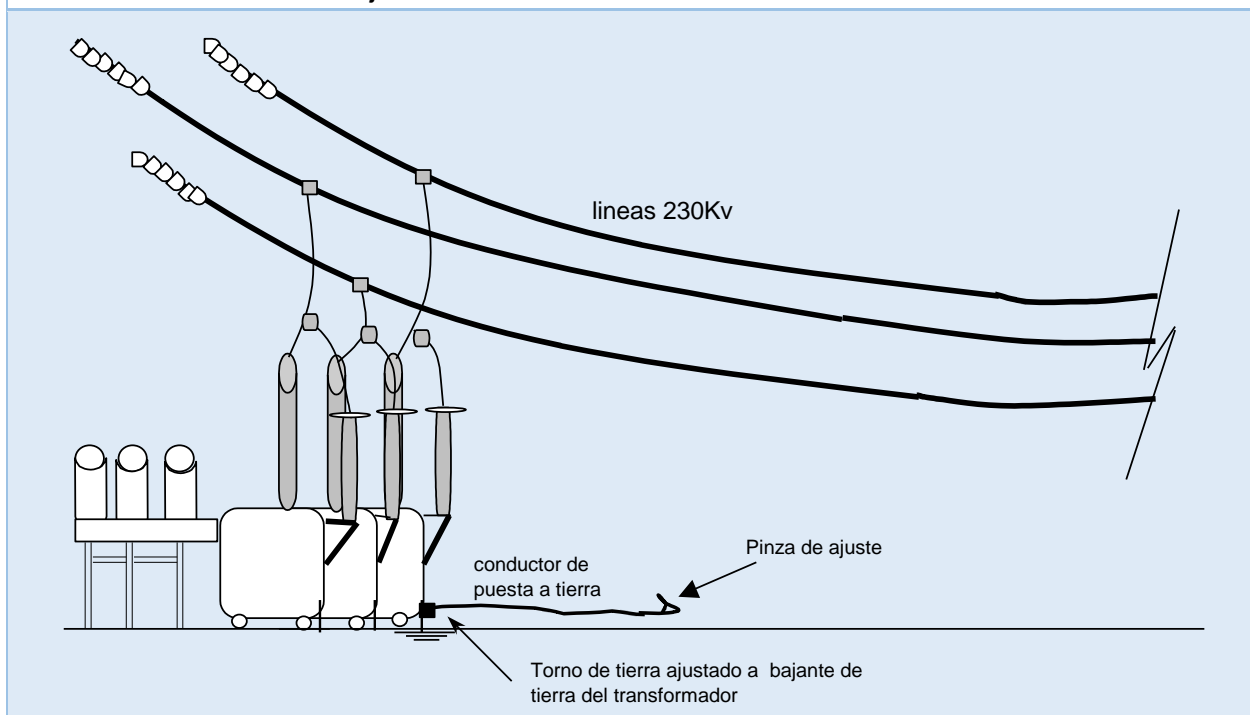
- En sala de control se des energizarán los circuitos, para garantizar que el circuito está y permanecerá aislado y los puntos de aislamiento están bloqueados y/o señalizados.
- Realizar permiso de trabajo por escrito, para consignar el equipo, denominado consignación local.
- Realizar una reunión general de coordinación entre operación y mantenimiento para que todos los participantes estén informados.
- Verificar con operación que se realizó corte visible de todas las fuentes de tensión y bloqueo (impedir maniobra):
 - A seccionadores adyacentes al interruptor y de by-pass, interruptor 230 [kV] con señalización en el mando de “no operar en subestación y sala de control.

- A válvulas hidráulicas para impedir el giro del generador.
- Las fuentes de tensión de 20 y 3 [Hz] en el sistema de protecciones.
- Bloqueo de válvulas en la red húmeda del sistema contra incendio.

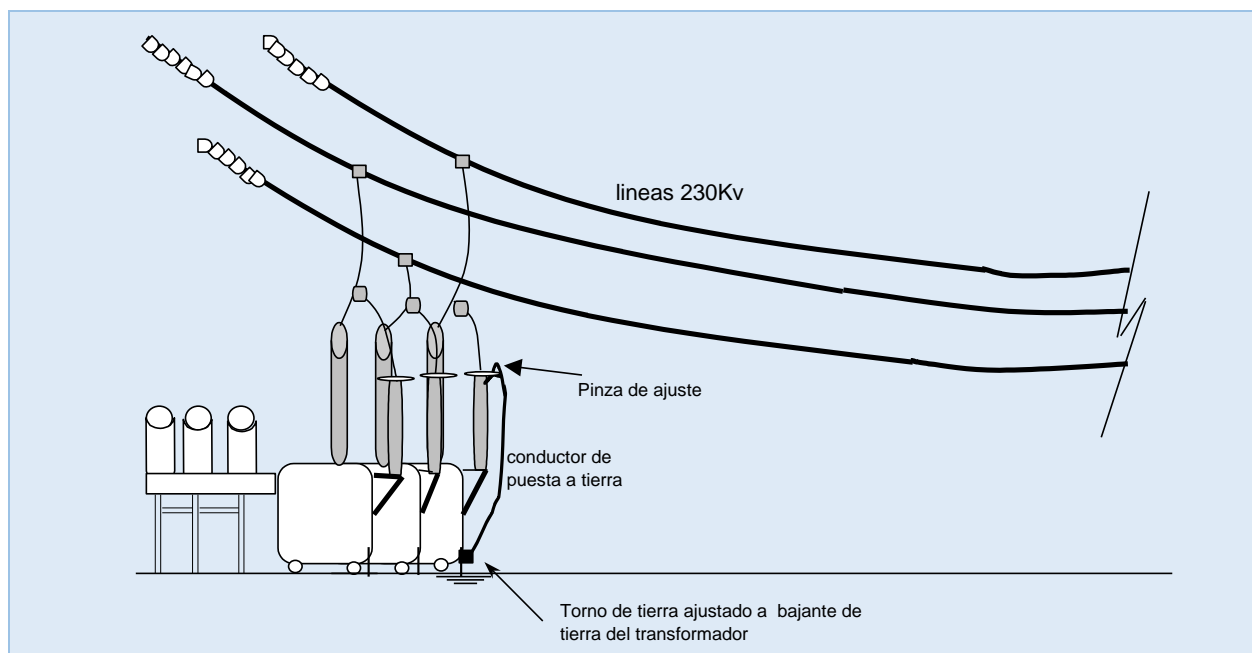
e. En el sitio de los trabajos:

- Confirmar con sala de control que fueron realizadas las maniobras anteriores.
- Realizar inspección visual de todos los elementos del equipo de puesta a tierra y diligenciar el registro de la inspección en la lista de verificación disponible para esta actividad. En la inspección se debe asegurar que las conexiones de baja resistencia (Conductor y la parte interna del morseto o contacto) deben estar limpios. Además de revisar visualmente el equipo de puesta a tierra, se le debe realizar mantenimiento (limpieza) y se debe probar como mínimo una vez por año. Verificar a través de entrevistas al personal, observación del trabajo y revisión de los registros de inspección para asegurar que estén diligenciados.
- Verificar elementos de protección del personal (casco dieléctrico, gafas, botas dieléctricas, guantes aislantes, arnés) su estado y uso.
- Verificar que el personal se encuentre en perfectas condiciones Técnicas, físicas y síquicas para el desempeño de la labor.
- Señalizar y delimitar el área de trabajo.
- Verificar estado de puntos de aterrizaje garantizando que se encuentren limpios.
- Verificar que el equipo de aterrizamiento y verificación de tensión sea de la clase de tensión de la red. Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión, el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
- Aterrizar siguiendo los siguientes pasos para cada una de las fases empezando por la A, luego B y por último la C:

Paso 1: Tome el equipo de puesta a tierra monopolar, ajuste el torno de tierra en el cable conductor de la bajante de tierra del transformador.



Paso 2: Introduzca la pértiga en la pinza del equipo de puesta a tierra monopolar y con ayuda de la pértiga ajuste la pinza en el anillo terminal ubicado en la parte superior del descargador de sobretensión (Figura 2). La pértiga se desmonta y se transporta al armario dispuesto para su almacenamiento.



Paso 3: Retire la pértiga.

- Verificar que cumple con el principio de equipotencialidad instalar tierras o uniones equipotenciales (un solo punto) en el punto de trabajo para que la persona no esté sujeta a ninguna diferencia de potencial con cualquier objeto que pueda tocar. La estructura debe estar unida a las tierras. Todo el personal debe encontrarse totalmente dentro o totalmente fuera de la zona equipotencial luego de instalar las puestas a tierra. Si están manipulando conductores desde el suelo fuera de la zona unida se requieren usar guantes de goma.
- Tener en cuenta los capacitores ubicados en la parte posterior de los tableros de excitación salida 13,8 [kV] del generador. Luego de aterrizar la unidad mediante procedimiento anterior se procede de la siguiente manera: vuelva a aterrizar ambos extremos del capacitor con las puestas a tierra LIAT PT-400/4t por un tiempo de 10 minutos y proceda a desconectar este equipo
- Tener en cuenta las distancias de seguridad SEGÚN RETIE ARTÍCULO 13º Para las distancias mínimas para prevención de riesgos por arco eléctrico.

Tabla: Límite de aproximación a partes energizadas de equipos

Tensión nominal del sistema Fase - Fase	Límite de aproximación seguro (m)		Límite de aproximación restringida(m) incluye movimientos involuntarios	Límite de aproximación técnica(m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
230KV-242 KV	3.96	3.96	1.60	1.45

f. Para normalizar

- Se informa en sala de control al jefe de turno de operación la terminación de actividades y las condiciones de normalidad dadas en el sitio sin retirar las puestas a tierra y se entrega consignación mediante procedimiento escrito dando por terminada la consignación local.
- Es responsabilidad del jefe de turno de operación indicar el momento en que se pueden retirar las puestas a tierra.
- En el sitio de trabajos es responsabilidad retirar las puestas a tierra cuando el jefe de turno de operación lo indique mediante el siguiente procedimiento:
 - Retirar la puesta a tierra desmontando con el proceso inverso al mencionado anteriormente, debe hacerse desde las fases hasta la tierra.
 - Luego de retirada la puesta a tierra se garantiza en sitio la terminación de trabajos y se deja disponible el equipo para energizar.
 - Este informe debe ser dado únicamente por el supervisor responsable de actividad y quién realizó la consignación local.

7. AUTORIDADES – RESPONSABILIDADES ESPECÍFICAS

a. *Supervisor:* Será su responsabilidad:

- Designar un jefe de trabajo quien será el responsable de recibir, el equipo o instalación a intervenir en las condiciones operativas definidas y aprobadas, coordinar las actividades de ejecución y entregar a quien corresponda, el equipo o instalación intervenida con las nuevas condiciones operativas.
- Establecer con claridad en el documento aprobado, el nombre del jefe de trabajos principal y su sustituto, el tipo de instalación o el equipo a intervenir, con su

identificación característica (nombre, nivel de tensión, capacidad, entre otros), parte a intervenir, fechas y horario de inicio y fin, tiempo programado de ejecución, actividades paso a paso y medidas de seguridad. (consignación de equipo)

- En la supervisión de los trabajos, debe considerarse en forma prioritaria la detección y el control de los riesgos, vigilando el cumplimiento estricto de las normas y procedimientos de seguridad aplicables, incluyendo:
 - Cumplir y hacer cumplir las normas y procedimientos de seguridad.
 - Exigir a los trabajadores la inspección de las herramientas, equipos, instrumentos, elementos de protección personal y colectivos, antes y después de su uso.
 - Verificar que los trabajadores ejecuten su trabajo conforme a los procedimientos y guías establecidos, evitando el uso de herramientas, equipos, instrumentos, elementos de protección personal y colectivos defectuosos.
 - Verificar la delimitación y señalización del lugar de trabajo.
 - En el evento de detectarse algún impedimento en un trabajador para la ejecución de un trabajo, debe retirársele del área.
 - Exigir respeto entre los trabajadores en el área de trabajo para prevenir accidentes.
 - Suspender las labores cuando se presente peligro inminente que amenace la salud o la integridad de los trabajadores de la comunidad, de la propiedad o del medio ambiente. (como por ejemplo en caso de lluvias, tormentas eléctricas, problemas de orden.

b. *Jefe de trabajos*: Será su responsabilidad:

- Solicitar el permiso de trabajo ante el área de operación para consignar el equipo, de acuerdo con el procedimiento para realizar consignación de equipos (autorización de trabajo).
- Dependiendo de la complejidad, el jefe de trabajo designado debe informar previamente a los trabajadores involucrados en las actividades programadas, el plan de trabajo, la responsabilidad asignada, los riesgos asociados y el plan de emergencias, con el objetivo que puedan documentarse y prepararse para la ejecución.

- Siempre, en el sitio de trabajo y antes de iniciar las actividades, el jefe de trabajo hará una reunión con el personal para explicar claramente el alcance del trabajo utilizando planos y diagramas unificares. El jefe de trabajo debe informar el método de trabajo, los riesgos asociados y medidas de seguridad, verificar el uso de los elementos de protección personal y colectivos, designar y confirmar la responsabilidad asignada a cada uno de los ejecutores, confirmar que las instrucciones hayan sido comprendidas y llenar los formatos y listas de chequeo.
- Como parte de las medidas de seguridad, el jefe de trabajo o quien este designe, debe hacer una revisión minuciosa de las condiciones de la instalación (estructuras, circuitos, cajas de conexiones, cubiertas, equipos, ambiente de trabajo, etc.), para detectar los riesgos posibles y determinar las medidas que deben adoptarse para evitar los accidentes.
- Realizar limpieza y reportar terminación de los trabajos y condiciones de los equipos e instalaciones intervenidas.
- De las actividades de mantenimiento, se debe elaborar un informe, resaltando los cambios o pendientes para los futuros trabajos.

Los trabajadores en proceso de capacitación o entrenamiento, o practicantes, desarrollarán trabajos con la dirección de una persona experimentada quien permanecerá en el lugar de trabajo.

- c. Jefe de turno: Será su responsabilidad aprobar la consignación de equipo, con esta aprobación el grupo de operación es responsable de entregar los interruptores y seccionadores de línea abiertos asociados a todas las fuentes de tensión del circuito, con señalización y los bloqueos instalados teniendo en cuenta LOTO y las normas de seguridad además realizar la respectiva coordinación de maniobras con Supervisor o jefe de trabajos según designación.

8. AUDITORÍA

El procedimiento de puestas a tierra en líneas de media tensión deberá ser inspeccionado y auditado de acuerdo con la periodicidad establecida por AES Corp. en su programa de auditorías internas.

9. CAPACITACIÓN

a. Todo el personal AES Colombia y contratistas que instalan, retiran e inspeccionan puestas a tierra deben conocer y recibir capacitación en:

- El propósito de las puestas a tierra.
- Los principios de puesta a tierra y de equipotencialidad.
- La importancia de brindar un camino de baja resistencia en torno al trabajador.
- Cómo protege la puesta a tierra equipotencial en caso de reenergización accidental.
- Cómo se aplican los procedimientos de instalación de puestas a tierra en los sistemas de distribución de media tensión.
- Los efectos de la inducción del campo eléctrico (capacitiva) y la inducción del campo magnético (inductiva).
- Forma en que la inducción hará que la corriente fluya en el conductor y las tierras cuando hay más de un equipo de puestas a tierra instalados en un circuito y forma en que se necesitan las puestas a tierras / equipotencial para controlar la tensión y la corriente en un nivel que sea seguro para el trabajador.
- Las limitaciones de las puestas a tierra a la ménsula o cruceta y la necesidad de un plan de instalación de tierras.
- Los componentes y el montaje de los equipos de puesta a tierra.
- El mantenimiento, cuidado e inspección adecuados de los equipos de puesta a tierra o de los montajes.
- Correcta instalación y retiro de puestas a tierra.
- Descripción de las puestas a tierra temporales y puestas a tierra de protección personal.
- Aislamiento y métodos de puesta a tierra de protección personal en sistemas subterráneos.

- b. AES Colombia llevará control en los registros de capacitación, los cuales deberán contener el nombre de cada empleado y la fecha de capacitación.
- c. AES Colombia garantizará que el trabajador involucrado en la instalación y retiro de puestas a tierra ha demostrado competencias en las prácticas de trabajo seguro y que es un profesional competente que pueda instalar, retirar e inspeccionar puestas a tierra.
- d. AES Colombia realizará nuevas capacitaciones cuando haya un cambio en el presente procedimiento y/o cuando una auditoría o el programa de observaciones del trabajo revele que existen desviaciones o irregularidades en el conocimiento de los procedimientos de puesta a tierra por parte de algún empleado.

10. POLÍTICAS DE APLICACIÓN

Las políticas establecidas en el procedimiento de puestas a tierra de protección personal deben ser aplicadas por el personal de AES Colombia y contratistas que realicen trabajos en líneas vivas.

La manipulación e instalación del equipo de puesta a tierra debe ser realizada por personal de AES Colombia y contratistas calificados y debidamente autorizados para realizar trabajos en líneas de media tensión.

11. DOCUMENTOS RELACIONADOS

El Documento que se involucra para el desarrollo del presente procedimiento es AES Global Safety Standard Personal Protective Grounding, Standard Number AES-STD-OHS19, Revision 02, Effective Date 18/10/2016.

12. TABLA DE ACTUALIZACIONES

REVISIÓN	FECHA	RESPONSABLE	RESUMEN DEL CAMBIO
1			Versión inicial
2	30/11/2016	Deisy Peña	Actualización de acuerdo con el estándar global AES-STD-OHS19 2016 y modificación de la estructura y redacción del documento.
3	28/11/2019	Laura Pinzón	Sustitución AES Chivor por AES Colombia
	28/11/2019	Laura Pinzón	Actualización capacidad mínima para alta tensión de acuerdo con el Artículo 15.6 del RETIE.
4	26/08/2022	Aldemar Leguizamon	Actualización en cuanto a los nuevos valores de capacidad de corriente de falla o cortocircuito para sistemas de puesta a tierra portátiles y sus componentes basados en RETIE y cálculos de ingeniería específicos para instalaciones de 230 Kv realizados en el estudio por arco eléctrico.
5	24/08/2023	Ana María Cárdenas	Se establece en auditoria lo establecido en el programa de auditorías de AES Corp.

13. APÉNDICE A

TABLA DE CONVERSIÓN DE CALIBRE DE ALAMBRE

Calibre de Cable Americano (AWG)	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área seccional transversal
0000	0.46	11.68	107.16
000	0.4096	10.40	84.97
00	0.3648	9.27	67.40
0	0.3249	8.25	53.46
1	0.2893	7.35	42.39
2	0.2576	6.54	33.61
3	0.2294	5.83	26.65
4	0.2043	5.19	21.14
5	0.1819	4.62	16.76
6	0.162	4.11	13.29
7	0.1443	3.67	10.55
8	0.1285	3.26	8.36
9	0.1144	2.91	6.63
10	0.1019	2.59	5.26
11	0.0907	2.30	4.17
12	0.0808	2.05	3.31
13	0.072	1.83	2.63
14	0.0641	1.63	2.08
15	0.0571	1.45	1.65
16	0.0508	1.29	1.31
17	0.0453	1.15	1.04
18	0.0403	1.02	0.82
19	0.0359	0.91	0.65
20	0.032	0.81	0.52
21	0.0285	0.72	0.41
22	0.0254	0.65	0.33
23	0.0226	0.57	0.26
24	0.0201	0.51	0.20
25	0.0179	0.45	0.16
26	0.0159	0.40	0.13