





**Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi S. C. M.**

**N° Proyecto: P800**  
**Fuente Hídrica Complementaria**  
**N° Contrato: PRC19139**  
**Contrato EPC para Sistema de Impulsión de**  
**Agua Producto**

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA**  
**SISTEMA MALLA A TIERRA – TECIC**

**N° TECHINT: 4225-TCHI-O-PR-5700-108**  
**N° CMDIC : 800-PRC19139-PPL20-5700-57-PR-0014**



Rev.	Fecha	Propósito de la emisión	Por	Rev.	Apr.
0	28-06-2023	Emitido para Construcción	D. Salazar	N. Díaz	E. González
				 Tecic SPA RUT 76.323.003-1	
			TECIC	TECIC	TEIC

**TECHINT**  
Ingeniería y Construcción

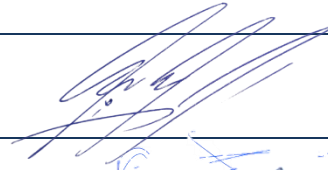

**COPIA CONTROLADA**


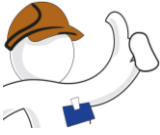
**TECHINT**

Fecha: 18 / 03 / 2024

 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS		Página 1 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	




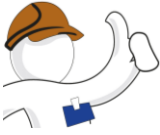
Departamento/área:	<b>PROYECTOS E INGENIERÍA</b>		
Proyecto:	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA SISTEMA MALLA A TIERRA</b>		
Participantes formulación:		Cargo	Firma
Preparado por:	David Salazar	Oficina técnica	 
Revisado por:	Nelson Diaz	Gerente Técnico	
Aprobado por:	Carlos Diaz	Gerente General	
Fecha Vigencia:	Junio 2023	Junio 2024	
Revisión:	0	N° Páginas: 29	

 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS		Página 2 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

## ÍNDICE

### Contenido

1.- INTRODUCCIÓN .....	4
1.- OBJETIVO .....	5
2.- ALCANCE .....	5
3.- GENERALIDADES.....	6
4.- CONSIDERACIONES SEGÚN PLIEGO TÉCNICO RPTD N°06 PUESTA A TIERRA:.....	8
5.- PROCEDIMIENTOS Y ACTIVIDADES CRÍTICAS EN MEDICIÓN DE RESISTENCIA STP: .....	9
6.- PROCEDIMIENTOS Y ACTIVIDADES CRÍTICAS EN MEDICIÓN DE TENSIONES PASO Y CONTACTO: .....	13
7.- EQUIPOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL: .....	17
8.- ESTÁNDARES (EPF):.....	18
9.- ANÁLISIS DEL TRABAJO SEGURO:.....	19

 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS		Página 3 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

**10.- IMPACTO AMBIENTAL:..... 23**

**11.- PROHIBICIONES: ..... 23**



**12.- PROCEDIMIENTO FRENTE A UN ACCIDENTE CON ENERGÍA ELÉCTRICA: ..... 23**

**13.- FLUJOGRAMA DE EMERGENCIA:..... 26**

**14.- ACTIVACIÓN DE LLAMADA DE EMERGENCIA DESDE TERMINALES DE RADIO: ..... 27**

**15.- NORMATIVAS ..... 28**


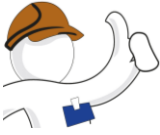
**16.- CONCLUSIONES:..... 29**

 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 4 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

## 1.- Introducción

Las mallas a tierra forman parte de los mecanismos de seguridad empleados en las instalaciones eléctricas y consisten en una serie de conductores, interconectados, que disipan las irregularidades en la distribución del flujo de electricidad en un medio no energizado (la tierra). Los STP impiden que las sobretensiones alcancen a las personas o a los equipos y máquinas que están conectados a la instalación eléctrica en cuestión.

Las mediciones de resistencia de puesta a tierra deben realizarse antes de poner en funcionamiento un sistema eléctrico e incluirlas dentro de las actividades de mantenimiento preventivo para hacerle seguimiento, puesto que su valor es un indicador del estado del sistema de puesta a tierra.


 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS		Página 5 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

### 1.- Objetivo

Definir el procedimiento de trabajo para *inspección y medición de resistencia de malla a tierra* garantizando la correcta realización de la actividad y seguridad de todo el personal. Resguardar y aplicar al máximo las medidas de seguridad y eliminar la probabilidad de ocurrencia de accidente o incidente durante todo el proceso de intervención del personal en las instalaciones de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.


### 2.- Alcance

El presente procedimiento aplica a todo el personal de Empresa TECIC que participa de manera directa o indirecta en las actividades a desarrollar en ***“SERVICIO POR LA VALIDACIÓN Y FIRMA DEL DISEÑO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES (A SER DISEÑADO POR TECHINT) PARA LA DISCIPLINA ELÉCTRICA. DICHOS SERVICIOS DEBERÁN INCLUIR, LISTADOS, ANTECEDENTES, INFORMES Y TIMBRADOS DE LOS DOCUMENTOS E INSPECCIONAR MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE MALLA A TIERRA”***.

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
			PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	


### 3.- Generalidades.

- **Información preliminar:** Se conoce previamente lo solicitado por el cliente, la envergadura del proyecto, alcances, especialidades involucradas, plazos de entrega, etc. Según esta información se asignan los recursos y tiempos necesarios para el desarrollo de los trabajos a realizar.
- **Designación del personal:** Se planifican los trabajos del personal de manera semanal para las actividades de inspección y medición del SPT según requerimiento.
- **Visita terreno:** Coordinar en conjunto con el cliente para verificar alcance del trabajo, interferencias existentes e indicar requerimientos adicionales en caso de que se requieran.
- **Permisos de ingreso al área y confección de documentos SSO:** El supervisor a cargo de la cuadrilla deberá gestionar los permisos de ingreso al área. Además, verificar la realización de listado de chequeo diario, liderar una charla de coordinación operacional, establecer controles preventivos y velar por la correcta ejecución de la HCR en terreno en conjunto con los trabajadores y toda su documentación aplicable.
- **Inspección visual de los equipos y herramientas:** Antes de comenzar la actividad el personal chequeará todos los implementos de seguridad obligatorios para el trabajo y se hará el check list de los equipos y herramientas.
- **Traslado de equipos y herramientas al área de trabajo:** Los desplazamientos se realizarán por caminos internos autorizados y en vehículos habilitados para esta función.
- **Delimitación área trabajo:** El área de trabajo debe estar segregada en todo momento del trabajo respetando lo indicado en estándar de segregación:
  - ✓ Letreros de advertencia respecto a los trabajos.
  - ✓ Letrero informativo punto de acceso. Éste debe identificar al supervisor a cargo e indicar la frecuencia radial y/o número telefónico.

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 7 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

- ✓ Los elementos de segregación permitidos son:
  - Barreras viales.
  - Conos con barras.
  - Vallas de seguridad.
- ✓ La segregación es parte integral de los trabajos, por lo tanto, se debe considerar su instalación y retiro en la HCR.
- ✓ **Término actividades**
  - ✓ **Orden y aseo en área de trabajo:** El orden y aseo se deberá realizar en todo momento antes, durante y después de la actividad, además de guardar las herramientas y equipos utilizados en su lugar de almacenaje.
  - ✓ **Notificación del trabajo:** Notificar el retiro al responsable del área, dar aviso radial, cerrar permisos y documentación correspondiente.
  - ✓ **Informar y controlar:** Finalizado el trabajo en terreno, se informa al administrador de proyectos sobre el estado, condiciones y/o desviaciones que impidieron realizar la tarea según requerimientos.
  - ✓ **Revisar el procedimiento:** Corroborar o modificar este documento según condiciones que resultaron en cambios del terreno, se dejará registro de los antecedentes.




	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
			PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

#### 4.- Consideraciones según Pliego Técnico RPTD N°06 Puesta a Tierra:

- Todo sistema de puesta a tierra será comprobado en el momento de su establecimiento y revisado por las empresas de producción, transporte, prestación de servicios complementarios, sistemas de almacenamiento y distribución de energía eléctrica, al menos, una vez cada tres años, a fin de comprobar el estado del mismo. Esta verificación consistirá en una inspección visual y en la medición de la resistencia de puesta a tierra, de acuerdo a los procedimientos descritos en la norma IEEE Std. 81 o la IEC 61936-1.

En aquellos casos en los que cambie sustancialmente la resistividad superficial del terreno, disminuyendo su valor, por ejemplo, por ajardinamiento de la instalación, será necesario repetir las medidas de las tensiones de paso y de contacto.


- Las pruebas que deberán realizarse como parte de inspección del sistema de puesta a tierra son:
  - ✓ Medir resistencia de puesta a tierra. Los resultados deberán quedar consignados en los reportes de inspección.
  - ✓ Medir tensiones de paso y contacto
- La inspección del sistema de puesta a tierra deberá documentar y evidenciar mediante registros, la siguiente información:
  - ✓ Condiciones generales de los conductores del sistema.
  - ✓ Nivel de corrosión.
  - ✓ Estado de las uniones de los conductores y componentes.
  - ✓ Valores de resistencia.
  - ✓ Desviaciones de los requisitos respecto del pliego técnico.

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
			PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

- ✓ Documentar todos los cambios frente a la última inspección.
  - ✓ Resultados de las pruebas realizadas.
  - ✓ Registro visual.
  - ✓ Rediseño o propuesta de mejoras del sistema de puesta a tierra si se requieren.
- En toda instalación de producción, transporte, prestación de servicios complementarios, sistemas de almacenamiento y distribución de energía eléctrica, se deberá asegurar que bajo ninguna circunstancia se sobrepasarán los límites de tensión de paso y de tensión de contacto tolerables.
- El valor de puesta a tierra no puede ser mayor a 20 Ohm.

#### 5.- Procedimientos y actividades críticas en medición de resistencia STP:


- ✓ **Actividad crítica:**  
El procedimiento de prueba implica traer una conexión desde el electrodo de tierra remota, que está al potencial de tierra real (o aproximadamente), al área inmediatamente adyacente al electrodo que se medirá. Mientras se desarrolla la prueba, podría ocurrir una falla a tierra que involucre al equipo conectado al electrodo principal y tanto el potencial del electrodo como el potencial del terreno en el entorno del electrodo se elevarán. La elevación de voltaje puede ser importante. Dependiendo del estado de la prueba en ese momento, una o más de las personas que están participando puede quedar sometida a una diferencia de potencial posiblemente peligrosa, por ejemplo entre manos. Para asegurar que esto no suceda, se requiere un procedimiento de seguridad rigurosamente organizado, que incluya los siguientes elementos:
  - ✓ Una persona a cargo del trabajo.

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
			PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

- ✓ Comunicación entre todos quienes participan en la prueba, vía radio o teléfono portátil.
- ✓ Uso de guantes de goma aislados y calzado dieléctrico.
- ✓ Uso de doble interruptor con aislación de voltaje apropiada a través del cual se conectan los cables al instrumento.
- ✓ Uso de una placa metálica para asegurar una equipotencial en la posición de trabajo. La placa debiera ser lo suficientemente grande para incluir al instrumento, al interruptor y al operador durante la prueba. Debiera tener un terminal instalado, de modo que la placa pueda conectarse al electrodo.
- ✓ Suspensión de la prueba durante una tormenta eléctrica u otras condiciones severas de tiempo.


- **Método del 62%:**

Es una simplificación del “Método de la caída de potencial”, consiste en tomar tres medidas de resistencia de puesta a tierra, ubicando el electrodo auxiliar de potencial al 62% de la distancia entre el electrodo bajo prueba y el electrodo auxiliara de corriente (distancia D), haciendo para cada una de las tres medidas verificaciones colocando el electrodo de potencial al 52% y al 72% de la distancia (D), el valor obtenido al 62% de D, debe ser un valor contenido (preferiblemente intermedio) de los medidos al 52% y al 72% de D y muy similares las tres medidas. El valor para reportar como resistencia de puesta a tierra será el valor promedio de tres medidas realizadas al 62% de D, sin mover los electrodos auxiliares.

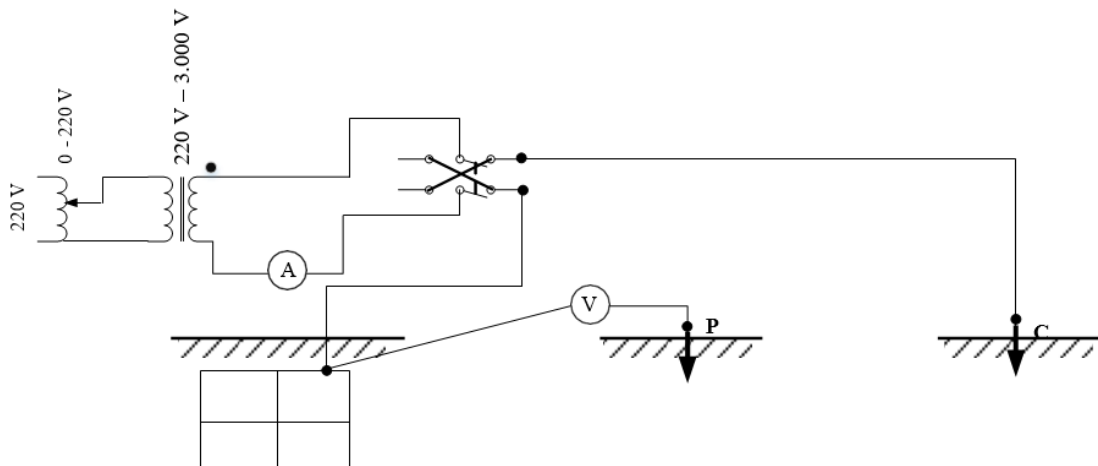
	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 11 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

- **Procedimiento:**

1. La placa metálica se ubica en la posición desde donde se dirige la prueba. El instrumento y el interruptor deben ubicarse sobre la placa. Los terminales CI y PI del instrumento se conectan al electrodo en prueba y además se hace una conexión a la placa.
2. El electrodo auxiliar de corriente se debe ubicar a una distancia entre 5 (IEEE Std 81 de 2012) y 6.5 (RETIE de 2013) veces la distancia diagonal del sistema de electrodos. La ubicación de la estaca de corriente debe ser preferentemente cruzando terrenos o campos abiertos. Si existen conductores aéreos o cables, o tuberías metálicas enterradas, la línea entre la estaca y el electrodo en prueba debe elegirse cruzando estos sistemas, y no paralela a ellos.
3. La estaca de voltaje debe ubicarse aproximadamente a 2 metros de distancia de la línea entre el punto de prueba y la estaca de corriente, inicialmente a una distancia correspondiente al 61,8% de la distancia entre el punto de prueba y la estaca de corriente.
4. Se conectan a través de los respectivos cables tanto el electrodo en prueba como los electrodos de voltaje y corriente. Con el interruptor múltiple abierto, se conectan los cables al interruptor y luego éste se conecta a los respectivos terminales P2 y C2 del instrumento.
5. El operador debe pararse con ambos pies sobre la placa. Comunicando a las otras personas involucradas, el interruptor múltiple se cierra, se opera el instrumento y se toma la lectura. Luego se abre nuevamente el interruptor.


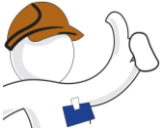
	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 12 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

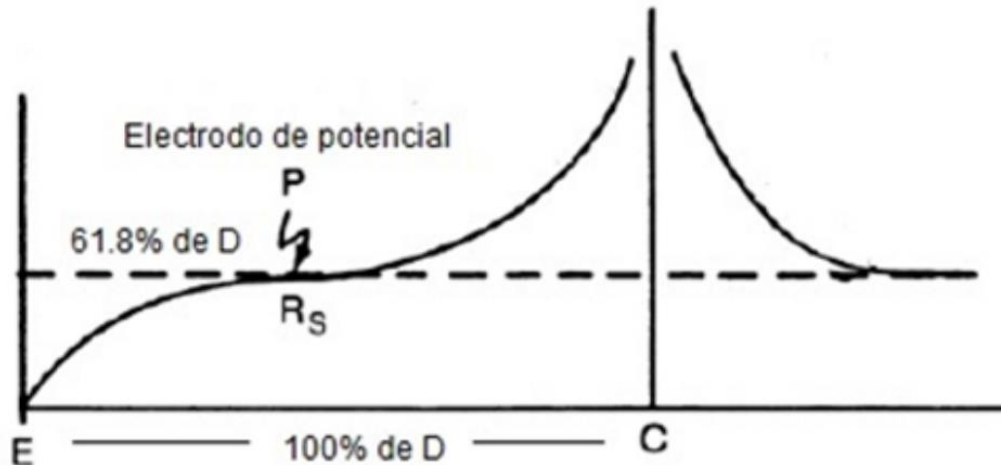
6. El procedimiento se repite, desplazando la estaca de voltaje primero acercándose 10 metros hacia el electrodo en prueba y luego alejándose hacia la estaca de corriente. Si estas tres lecturas se diferencian por menos de 5%, puede aceptarse la lectura a la distancia del 61,8% como valor representativo. Si las lecturas se diferencian por más de 5%, debe repetirse el procedimiento, desplazando la estaca de corriente a una nueva posición, normalmente más retirada que la posición de la prueba anterior.
7. Los resultados deberán quedar consignados en los reportes de inspección.



**Figura 1.** Esquema de medición de resistencia puesta a tierra energizada.

(Adaptada de IEEE Std 81-2012).

 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS		Página 13 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	




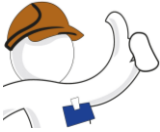
**Figura 2.** Zona horizontal de curva que grafica una resistencia constante.

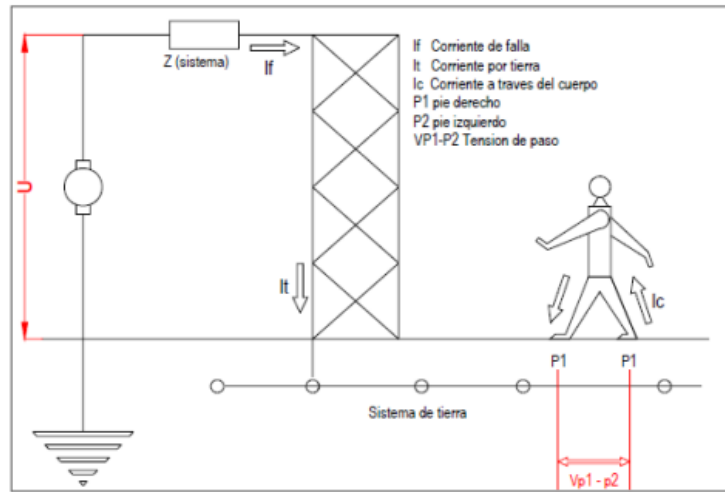
(Adaptada de IEEE Std 81-2012).

## 6.- Procedimientos y actividades críticas en medición de tensiones paso y contacto:

Durante una condición de falla producto de una descarga atmosférica fluyen altos valores de corriente a través de la conexión a tierra, lo cual origina el desarrollo de tensiones de paso y de contacto, las cuales se describen a continuación:

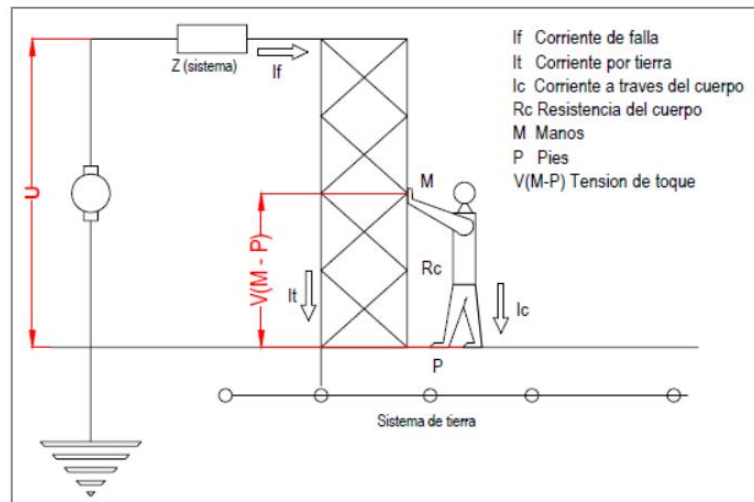
- **Tensión de Paso:** Según la normativa de la IEEE 80-2000, “La tensión de paso es la diferencia de potencial en la superficie terrestre que experimenta una persona a una distancia de un metro con el pie sin tener contacto con cualquier objeto aterrizado”.

 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 14 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	




**Figura 3:** Tensión de Paso. (Fuente: Rojas Gregor, Manual de Sistemas de Puesta a tierra, 2007).

- ✓ **Tensión de Contacto:** La normativa de la IEEE 80-2000 define la tension de contacto como “La diferencia de potencial entre el aumento del potencial de la tierra y el potencial de la superficie en un punto deonde una persona se encuentra de pie y al mismo tiempo tenga una mano en contacto con una estructura aterrizada”.



**Figura 4:** Tensión de Contacto. (Fuente: Rojas Gregor, Manual de Sistemas de Puesta a tierra, 2007).

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
			Página 15 de 29	
<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>				
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

✓ **Actividad crítica:**

La metodología de medición está basada en la aplicación de corriente primaria a la frecuencia de servicio entre un punto de la tierra remota y la malla. La corriente aplicada eleva el potencial de la malla y permite realizar mediciones de potenciales de paso y contacto en la subestación y en la periferia, sitios donde estarán expuestas las personas en las subestaciones a riesgos de electrocución por estos potenciales.

Los equipos a utilizar cumplirán con las siguientes características técnicas:

- ✓ Fuentes de alimentación con intensidad de prueba inyectada  $\geq 5$  A.
- ✓ Voltímetro de resistencia de entrada de 1000  $\Omega$ .
- ✓ 2 Pesas de 25 kg para la simulación de los pies, estas deben tener una superficie de 200 cm<sup>2</sup> y deben ejercer sobre el suelo una fuerza de 250 N por cada uno.


✓ **Medición Tensión de Paso:**

- ✓ Colocar las dos pesas de contacto a distancia de 1 m una de la otra, cercana a la tierra por medir.
- ✓ Conectar cada electrodo a los bornes del voltímetro de la fuente.
- ✓ Inicie la prueba utilizando el medidor de resistencia de tierra de 4 puntos, y registre la lectura de la resistencia.


✓ **Medición Tensión de Contacto:**

- ✓ Las pesas se colocarán unidas eléctricamente mediante un cable puente (simulan los pies de la persona que puede estar sometido a la tensión de contacto) y se conectarán a un solo borne de entrada del medidor de tensión.



	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
			PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

- ✓ El otro borne de entrada del voltímetro se conectará mediante un cable y pinza al punto de contacto a ensayar (parte metálica, valla, carcasa, etc.). La distancia entre los dos electrodos y dicho punto de contacto objeto de medida será de un metro.
- ✓ Esta medida deberá efectuarse en cada una de las partes metálicas que contenga la instalación, aunque estén unidas todas ellas a tierra por una red equipotencial, ya que puede ser la tierra la que se encuentra a diferente potencial frente a cada parte metálica.
- ✓ Para asegurar que no existen tensiones de paso y contacto peligrosas, es preciso efectuar varias de mediciones a lo largo y ancho del recinto a medir, así como de los terrenos colindantes. Para ello es útil disponer de un plano de la instalación, el cual debidamente cuadrículado a la distancia de un metro, servirá para anotar los valores obtenidos.
- ✓ Los valores de tensión obtenidos se extrapolarán con base en el nivel de cortocircuito de la subestación y de esta manera se obtienen los valores cercanos al real para tensiones de paso y contacto del sistema de puesta a tierra construido.
- ✓ Se deberá en cuenta la posible transmisión de tensiones peligrosas a otros puntos alejados del electrodo de tierra, a través de elementos metálicos de gran longitud (vallas metálicas, tuberías, carriles, etc.) En este caso las tensiones más elevadas se encontrarán en puntos lejos del electrodo de puesta a tierra.
- ✓ **Método de inversión de polaridad para la corrección de la lectura**
  - ✓ La medición de la tensión de toque y paso puede resultar falseada debido a la existencia de corrientes erráticas, vagabundas o parasitas circulantes por el

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 17 de 29		
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

terreno. Este método permite eliminar la influencia de las tensiones erráticas producidas por estas corrientes.

Se debe efectuar una medición previa de las tensiones existentes sin inyectar corriente alguna. En los casos en que, las mediciones de las tensiones erráticas alcancen valores superiores al 10% de las mediciones con inyección de corriente, deberá procederse al siguiente cálculo:

$$(V_{p/t})^2 = (V_{0^\circ})^2 + (V_{180^\circ})^2 / 2 - (V_e)^2$$

Donde:

$V_{p/t}$ : Tensión de paso o toque


$V_{0^\circ}$ : Tensión medida por la circulación de la corriente de prueba en un sentido

$V_{180^\circ}$ : Tensión medida por la circulación de la corriente en sentido inverso

$V_e$ : Tensión errática medida

### 7.- Equipos y elementos de seguridad personal:

EQUIPOS/MATERIALES	EPP	EPP ESPECIAL
Conos	Casco de seguridad + barbiquejo	Ropa abrigo alta montaña
Letreros y señaléticas	Lentes oscuros herméticos con filtro UV.	Buzo piloto ignífugo
Candados bloqueo	Lentes claros herméticos con filtro UV.	Kit Covid-19
Multímetro digital	Overol.	
Megóhmetro	Chaleco reflectante.	
Flexómetro	Guantes cabritilla.	

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 18 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>		Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>



Amperímetro candado	Respirador facial doble vía con filtro para partículas.	
Probadores de corriente	Zapatos de seguridad caña alta	
Atornilladores eléctricos		
Atornilladores manuales	Bloqueador solar F50 + y bálsamo labial F30+	
Alicantes universal, cortante y punta aislado 1000VAC		
Juego Llaves punta corona		
Combo mango fibra 10lbs		

### 8.- Estándares (EPF):

El estándar es el documento, en el cual quedan establecidos los requerimientos mínimos, para una determinada instalación, equipo, herramienta, tarea, etc. La generación de un estándar, debe obedecer a una necesidad operacional o administrativa, con el objeto de normar y establecer los requisitos mínimos, para determinada actividad, el estándar bajo ningún punto de vista puede contradecir o desautorizar la Normativa Legal Vigente.


Debido al tipo del trabajo a ejecutar, la empresa indica que aplica al servicio, lo siguiente:

- **EPF N°5: Aislamiento, bloqueo y pruebas de energía.**
  - ✓ Asegurar que toda la maquinaria y equipo esté aislada, bloqueada antes de cualquier acceso, trabajo o reparación, a fin de proteger la salud y la seguridad de las personas.


 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 19 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>		Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>

9.- Análisis del trabajo seguro:


SECUENCIA DE TRABAJO	¿QUÉ NOS PODRÍA LESIONAR?	CONTROL DE RIESGOS
1.-Traslado del personal, equipos y/o materiales hacia el área de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conducir a exceso de velocidad</li> <li>- No respetar leyes viales ni estándar de tránsito de peatones y vehículos</li> <li>- No realizar chequeo de Fatiga y Somnolencia</li> <li>- Adoptar posiciones inadecuadas en levantamiento manual de carga y mediciones métricas.</li> <li>- Evaluación inadecuada de los riesgos en el área de trabajo</li> <li>- No uso de EPP correspondiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Check list del Vehículo.</li> <li>- Estándar de ruta y plan de transito</li> <li>- Control de GPS</li> <li>- Check list diario</li> <li>- Autoevaluación de salud.</li> <li>- Confección de Check List de Vehículo.</li> <li>- Uso de Cinturón de Seguridad de conductor y ocupantes del vehículo</li> <li>- Cumplimiento general de reglamento de tránsito de peatones y vehículos.</li> <li>- Cumplimiento general de Procedimiento de conducción.</li> </ul>

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 20 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>		<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	
<b>ANTOFAGASTA</b>				


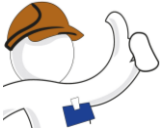
2.- Permiso de Ingreso al área de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tránsito por terreno inestable o no habilitado para tránsito peatonal</li> <li>- No contar con permisos de ingreso al área</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transitar por áreas habilitadas para el tránsito peatonal</li> <li>- Permisos de ingreso al área firmados por responsable del área</li> </ul>
3.- Chequeo de herramientas y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas y equipos en mal estado</li> <li>- Herramientas y equipos no codificados.</li> <li>- No realizar lista de verificación a equipos y herramientas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiro y cambio de herramientas y equipos en mal estado</li> <li>- Revisar que se encuentre codificada con el color del mes que corresponda todas las herramientas y equipos en buen estado.</li> <li>- Chequear todas las herramientas y equipos a utilizar en el trabajo.</li> <li>- -Uso en todo momento de los elementos de protección personal.</li> <li>- -Eliminar herramientas hechas.</li> </ul>
4.- Carguío de herramientas equipos y materiales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar carguío de herramientas, equipos y materiales sin ayuda de forma rápida y apresurada, realizando sobreesfuerzo o posturas inadecuadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar carguío de herramientas, equipos y materiales con apoyo de trabajadores adoptando posturas adecuadas, flectar rodillas para levantar cargas.</li> <li>- Uso en todo momento de elementos de protección personal, guantes cabritilla,</li> </ul>

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 21 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>		<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No respetar la capacidad máxima de carga (25 kg)</li> <li>- No usar elementos de protección personal, guantes cabritilla, lentes de seguridad, zapatos de seguridad y casco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lentes de seguridad herméticos, casco y zapatos de seguridad.</li> <li>- Cargar herramientas y materiales de forma ordenada.</li> <li>- Eliminar bordes filosos y herramientas hechas o en mal estado.</li> <li>- No posicionarse nunca cerca de la línea de fuego. (bisagras portalón)</li> </ul>
5.- Traslado del personal hacia el sector de trabajo	<p>Maquinaria en mal estado.</p> <p>Atrapamiento por retroceso de vehículo.</p> <p>Colisión o choque.</p> <p>Exposición a vehículos y equipos móviles.</p> <p>Volcamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de Protección Solar FP+50 e hidratación constante</li> <li>- Solicitud de permisos de ingreso a áreas.</li> <li>- Chequeo de herramientas y equipos</li> <li>- El supervisor deberá realizar un análisis general de las actividades identificando todos los posibles riesgos y peligros en las actividades.</li> <li>- Deberá proporcionar los implementos condiciones básicas para realizar el trabajo de una forma correcta.</li> <li>- Los trabajadores deberán usar en todo momento sus EPP específicos para la actividad.</li> </ul>

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 22 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>		Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transitar por lugares limpios, ordenados y habilitados.</li> <li>- Se deberá instalar señalética clara y visible en puntos estratégicos.</li> <li>- Se debe segregarse áreas de trabajo.</li> </ul>
6.- Inspección y medición de resistencia malla a tierra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipulación inadecuada o fuera de estándar de equipos de medición.</li> <li>- Descargas eléctricas.</li> <li>- Cortes en las manos.</li> <li>- Terrenos mal estado, irregulares o resbaladizos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caminar no correr, no dejar equipos, cables, electrodos auxiliares sin supervisión.</li> <li>- Check list de herramientas</li> <li>- Codificación de herramientas en buen estado.</li> <li>- Uso de equipo de protección personal además de los EPP específicos, uso casco con legionario.</li> <li>- Uso de protector solar FPS 50 + hidratación"</li> <li>- Difusión y evaluación de procedimiento específico</li> <li>- Realizar HCR</li> </ul>
Limpieza y orden al término de trabajos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortes en las manos.</li> <li>- Caída mismo nivel.</li> <li>- Área sucia y desordenada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de guantes de cabritilla para el retiro de despuntes y otros.</li> <li>- Transitar por sectores despejados y libres de obstáculos.</li> </ul>

 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 23 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar orden y limpieza del área intervenida.</li> <li>- Establecer residuos de acuerdo a disposición de clasificación de residuos.</li> </ul>
--	--	---

#### 10.- Impacto ambiental:

- ✓ En caso de generar residuos, estos serán depositados en acopios correspondientes.


#### 11.- Prohibiciones:

- ✓ Se prohíbe realizar trabajos, tras haber ingerido alcohol, drogas y/o medicamentos que provoquen alteración de la consciencia.
- ✓ Intervenir equipos sin haber realizado los bloqueos de energías pertinentes
- ✓ Intervenir equipos sin haber solicitado la prueba de energía cero.
- ✓ Se prohíbe realizar trabajos sin los respectivos permisos y análisis de riesgo de las tareas en terreno.

#### 12.- Procedimiento frente a un accidente con energía eléctrica:

El contacto eléctrico es la circulación de corriente eléctrica a través del cuerpo humano, que pasa a ser conductor formando parte del circuito. Los fenómenos fisiológicos que produce la corriente eléctrica en el organismo humano dependen del valor de la intensidad de la corriente,




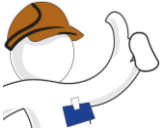
	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
			PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

tiempo de duración del contacto, callosidad, sexo, estado de epidermis, peso, altura, estado de ánimo, estado del punto de contacto a tierra.

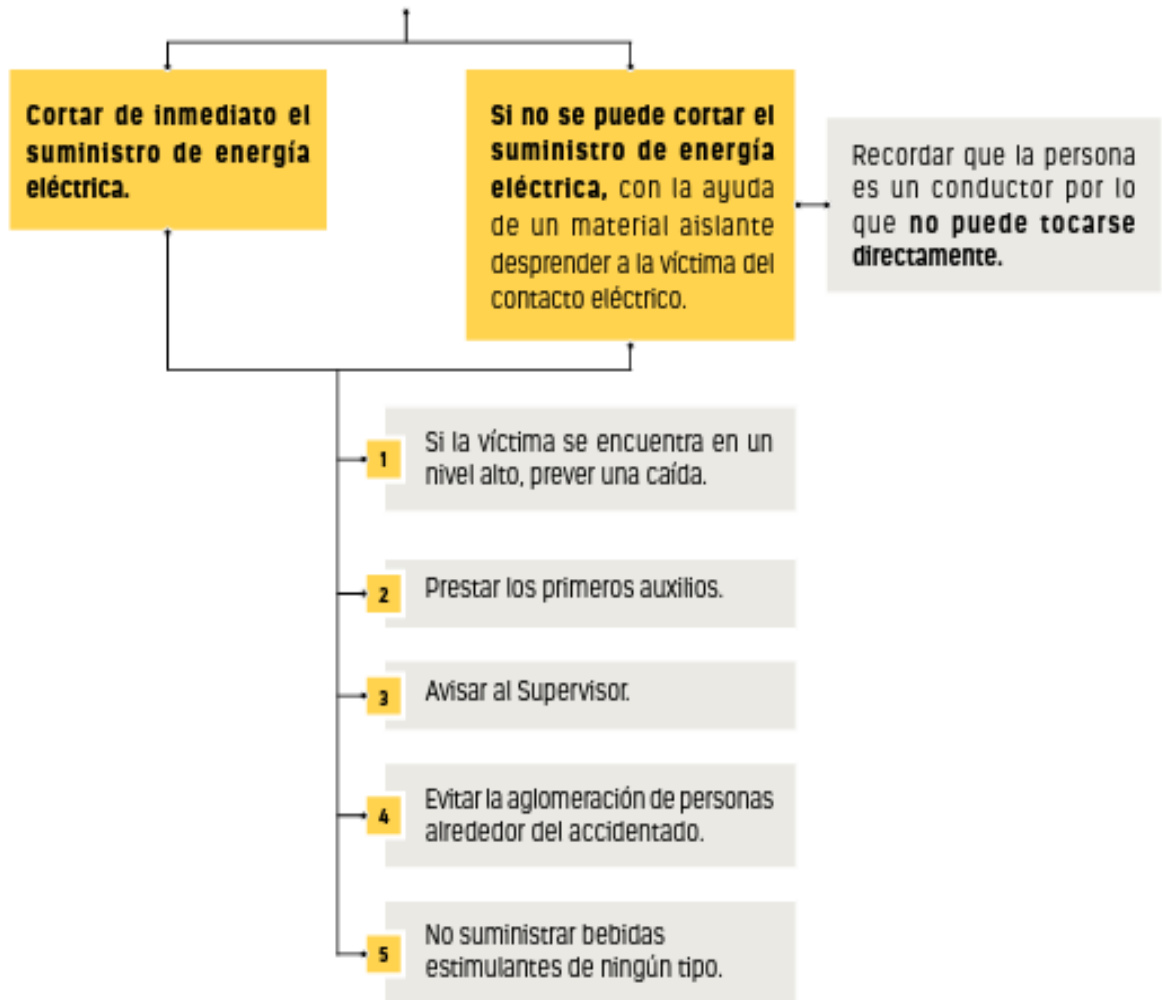
Los efectos de un choque eléctrico en un ser humano pueden ser inmediatos o no inmediatos, además de las lesiones indirectas como caídas de altura, golpes de materiales, herramientas o equipos que se proyecten, entre otros.



- ✓ Tabla 2: Efectos de un choque eléctrico en un ser humano.

Efectos físicos inmediatos	Efectos físicos no inmediatos
<b>Paro cardíaco</b>	Manifestaciones renales
<b>Asfixia</b>	Trastornos cardiovasculares
<b>Quemaduras</b>	Trastornos nerviosos
<b>Tetanicización</b>	Trastornos sensoriales, oculares y auditivos.
<b>Fibrilación ventricular</b>	
<b>Lesiones permanentes</b>	

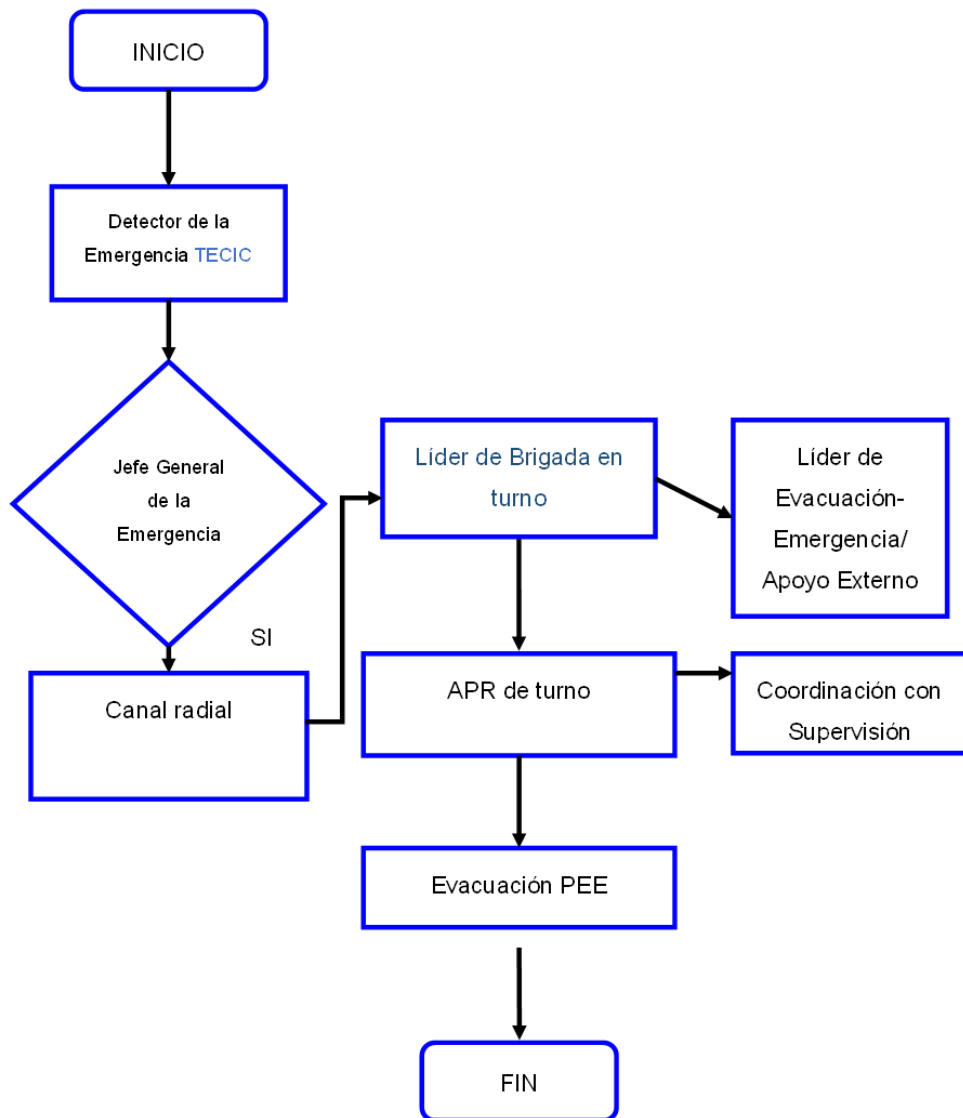
 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS		Página 25 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	



✓ En el caso de presenciar un accidente con electricidad, se recomienda:



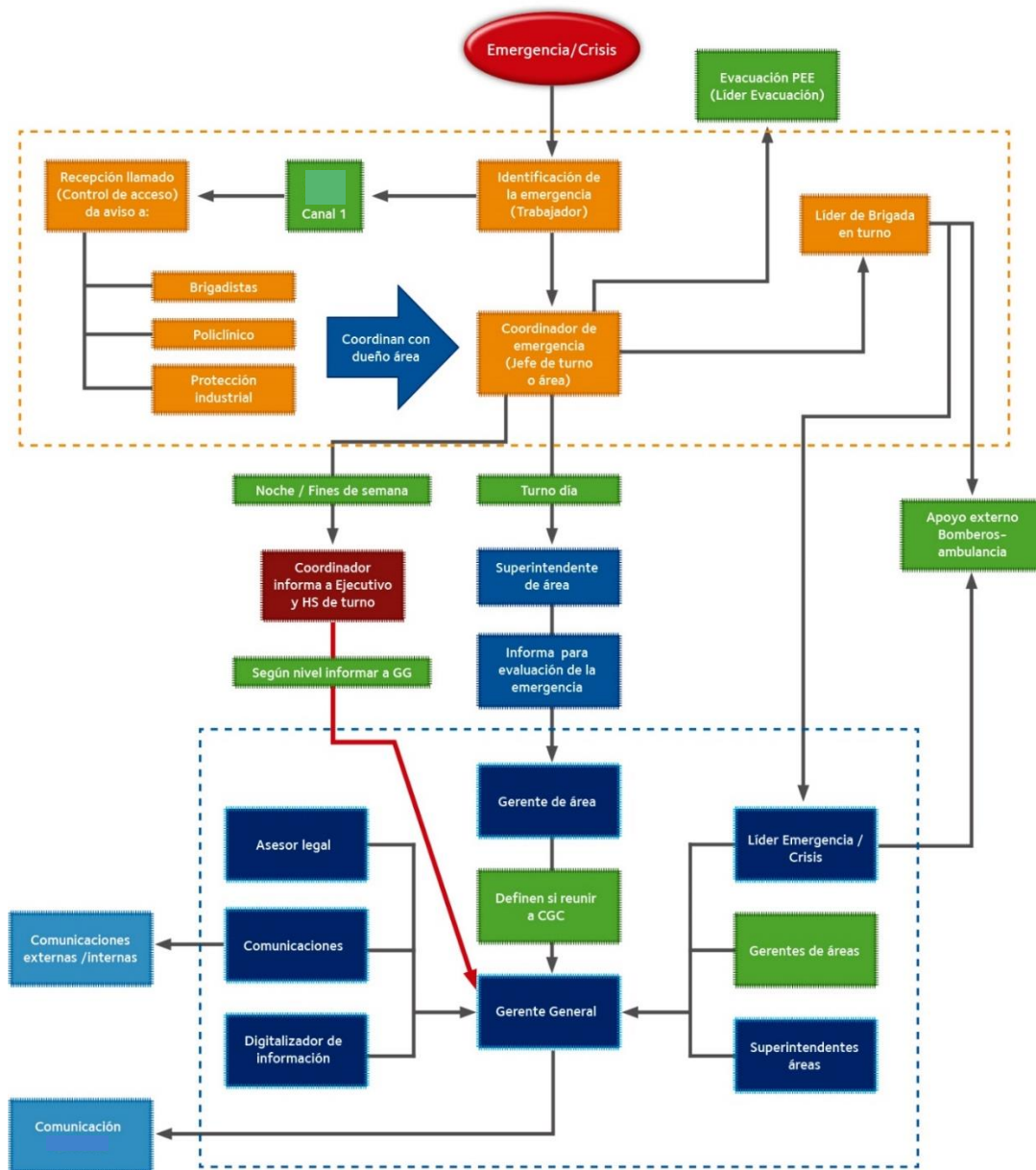
 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS		Página 26 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	



13.- Flujograma de emergencia:



 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	<b>PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>		Página 27 de 29	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	


14.- Activación de llamada de emergencia desde terminales de radio:



 	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
	PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS		Página 28 de 29	
<b>Elaboró: DAVID SALAZAR V.</b>	<b>Revisó: NELSON DIAZ</b>	<b>Aprobó: CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

### 15.- Normativas

RIC Nº5 - MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA TENSIONES PELIGROSAS	ANSI / IEEE STD. 81: 1983, GUÍA PARA LA MEDICIÓN DE RESISTENCIAS DE TIERRA, IMPEDANCIAS DE TIERRA Y POTENCIALES DE SUPERFICIE DE TIERRA EN SISTEMAS DE ATERRAMIENTO.
RIC Nº6 - PLIEGO-TÉCNICO-NORMATIVO RPTD PUESTA A TIERRA	
NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC)	ANSI C114.1-1973 / IEEE STANDARD 142-1972
NETA (INTERNATIONAL ELECTRICAL TESTING ASSOCIATION)	ANSI / IEEE STANDARD 80-1986 IEEE GUÍA PARA SEGURIDAD EN ATERRAMIENTOS DE SUBESTACIONES AC.
NORMA IEC 479-1, 1989 (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMITTEE, EFFECTS OF CURRENT PASSING THROUGH THE HUMAN BODY)	
(IEEE - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)	

	<b>SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO</b>		Version	0
			Elaboración:	ABRIL 2023
	<b>INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE RESISTENCIA MALLA A TIERRA</b>		Próxima Revisión:	Junio 2024
			PROCEDIMIENTO DE ACTIVIDADES CRÍTICAS	
Elaboró: <b>DAVID SALAZAR V.</b>	Revisó: <b>NELSON DIAZ</b>	Aprobó: <b>CARLOS DIAZ</b>	<b>ANTOFAGASTA</b>	

## 16.- Conclusiones:

Un sistema de puesta a tierra se deberá instalar de manera que limite el efecto de gradientes de potencial de tierra a niveles tales de voltaje y corriente que no ponga en peligro la seguridad de las personas o equipos en condiciones normales y de falla. El sistema también deberá garantizar la continuidad del servicio.

La puesta a tierra de instalaciones eléctricas está relacionada en primer lugar con la seguridad. El sistema se diseña normalmente para cumplir dos funciones de seguridad. La primera es establecer conexiones equipotenciales. Toda estructura metálica conductiva expuesta que puede ser tocada por una persona, se conecta a través de conductores de conexión eléctrica. La segunda función de es garantizar que, en el evento de una falla a tierra, toda corriente de falla que se origine, pueda retornar a la fuente de una forma controlada.

El sistema de puesta a tierra no opera sólo durante condiciones de falla. También lo hace con sistemas de alimentaciones de potencia que incluyen una conexión a tierra, a través de la cual se dispersan al terreno corrientes residuales y corrientes armónicas.

La participación de TECIC SPA en este trabajo de inspección y medición, permitirá analizar los resultados, verificar, registrar, y/o señalar acciones correctivas en caso de que los valores obtenidos no cumplan con los requisitos normativos.