



INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA

CÓDIGO

ITIP-02

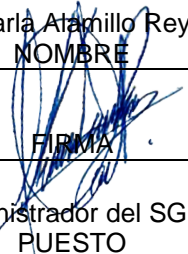
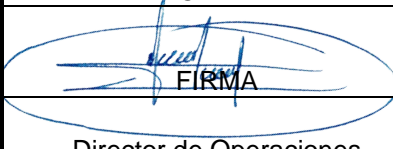

REVISIÓN

00

EMISIÓN

12.AGO.22

CONTROL DE FIRMAS

ELABORÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ
Lic. Karla Atamillo Reyes NOMBRE	Ing. Felipe Reyes Ascencio NOMBRE	Ing. Ramón Cruz Martínez NOMBRE
 FIRMA	 FIRMA	 FIRMA
Administrador del SGI PUESTO	Director de Operaciones PUESTO	Director General PUESTO

CONTROL DE CAMBIOS

DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	REVISIÓN	FECHA
Emisión de la instrucción de trabajo	00	12.AGO.22

OBJETIVO


Establecer y aplicar el método y parámetros necesarios para la correcta instalación de la Red General de Tierras, dando con esto mayor seguridad ante posibles descargas eléctricas derivadas de los equipos eléctricos o descargas atmosféricas.

ALCANCE

Es aplicable para las conexiones generales de tierras.

DOCUMENTO DE REFERENCIA

- ISO 9001:2015, Sistema de Gestión de Calidad
- ISO 14001:2015, Sistema de Gestión Ambiental
- NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización)
- NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad
- NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
- Manual del Fabricante de materiales.

	INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA	CÓDIGO	ITIP-02
		REVISIÓN	00
		EMISIÓN	12.AGO.22

DEFINICIONES

Tierra de Protección: Los sistemas eléctricos se conectan a tierra con el fin de limitar la tensión que pudiera aparecer en ellos, por estar expuestos a descargas atmosféricas, por interconexión en casos de fallas con sistemas de conexiones superiores, o bien, para limitar el potencial máximo con respecto a tierra, producto por la tensión nominal del sistema. Este tipo de conexión se denominará Tierra de Servicio.

Tierra de Servicio: Los equipos eléctricos se conectan a tierra para evitar que la carcasa o cubierta metálica de ellos represente un potencial respecto de tierra que pueda significar un peligro para el operario u usuario del equipo. Este tipo de conexión a tierra se denominará Tierra de Protección.

Tierra de Referencia: Se entiende por tierra de referencia a la tierra que se le asigna potencial. Electrodo de Tierra. Se entiende por electrodo de tierra a un conductor (cable, barra, tubo, placa, etc.) enterrado en contacto directo con la tierra o sumergido en agua que esté en contacto con la tierra.

Mallas de Tierra: Es un conjunto de electrodos unidos eléctricamente entre sí.

Conexión a Tierra: Es la conexión eléctrica entre una malla o electrodo en tierra y una parte exterior. Las partes de conexiones a tierra no aisladas y enterradas, se consideran como parte de la malla de electrodo.

Poner a Tierra: Cuando un equipo o instalación está conectado eléctricamente a una malla o electrodo a tierra.

Resistividad de un Terreno: Es la relación entre la tensión de la malla con respecto a tierra de referencia y la corriente que pasa a tierra a través de la malla.

Gradiente Superficial: Es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de la superficie del terreno o del agua, distante entre sí en 1 m.

RESPONSABILIDADES

El personal supervisor es responsable de la correcta implementación del presente procedimiento.

El Supervisor de la Obra Eléctrica es responsable de la correcta aplicación de este procedimiento y de supervisar que los trabajos se realicen.

El Supervisor de Aseguramiento de la Calidad es responsable de verificar la aceptación y recepción de los trabajos.

INSTRUCCIONES

PRE-REQUISITOS.

- Planos de construcción; especificaciones técnicas de elementos y materiales utilizados para la misma.
- Herramientas adecuadas para la realización de los trabajos.
- Personal técnico.
- Permisos de trabajos debidamente autorizados.
- Materiales para la construcción.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA

CÓDIGO

ITIP-02

REVISIÓN

00

EMISIÓN

12.AGO.22

INSTALACIÓN DEL ELECTRODO O VARILLA.

- 1) Verificar que las varillas cuenten con las características técnicas requeridas (diámetro, longitud, etc.) en el plano.
- 2) Excavar en el lugar establecido de acuerdo a planos y a la profundidad establecida. Para la ubicación correcta de la excavación solicitar apoyo al personal de topografía.
- 3) Verificar que cumplan las especificaciones técnicas de diseño para este complejo, como son \varnothing 5/8", Longitud de 300 cm., marca, etc., de acuerdo a planos última revisión.
- 4) Cumpliendo el primer punto se procede a insertar la varilla golpeando en la parte superior mediante un martillo o herramienta semejante, verificar que la varilla entre de manera vertical, a 45° o totalmente horizontal la distancia con respecto al N.P.T. contra la parte superior de la varilla será de 30 cm. aproximadamente.

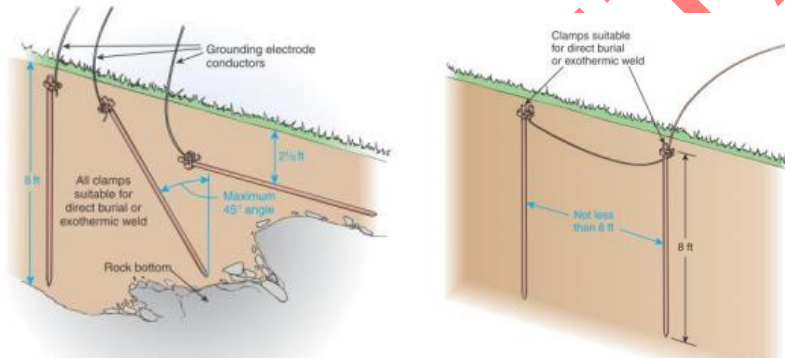


Ilustración 1 Instalación y conexión del electrodo o varilla de puesta a tierra.

- 5) Posteriormente se colocarán conectores mecánicos para conectar el cable con la varilla el tipo de conectores será de acuerdo a planos última revisión. Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interrupciones o medios de desconexión y cuando se empalmen, deben quedar mecánica y eléctricamente seguros mediante soldadura o conectores certificados para tal uso.

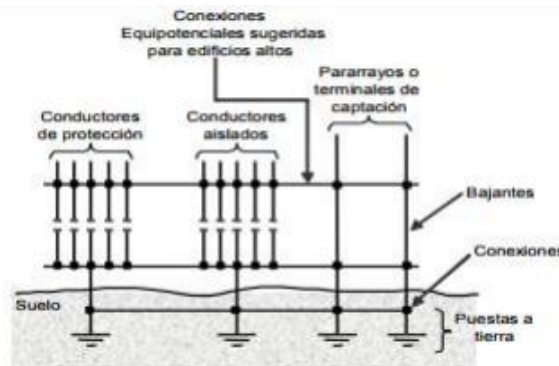


Ilustración 2 Continuidad en el conductor y puesta a tierra interconectadas



INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA

CÓDIGO

ITIP-02

REVISIÓN

00

EMISIÓN

12.AGO.22

- 6) Una vez instalada la varilla se procede a la colocación del tubo de concreto que tendrá las siguientes características 20 cm. de Ø por 45 cm. de longitud con Ø de campana de 26 cm.
- 7) Con el apoyo del área civil se coloca el tubo de concreto que estará a N.P.T.
- 8) Verificar que la varilla se encuentre al centro del tubo.
- 9) Nivelar el tubo de concreto mediante nivel fijo.
- 10) Una vez que se encuentre nivelado y fijo el tubo rellenar con mezcla de arena y carbón o cualquier otro producto intensificador de tierra.
- 11) Colocar la tapa correspondiente.

TENDIDO DE CABLE RED PRINCIPAL.

- 1) Para realizar el tendido del cable 2/0 AWG se verificará que el cable cuente con las especificaciones requeridas. El cable estará a una profundidad de 600 mm. bajo el N.P.T.
- 2) Se colocarán soportes de manera que los carretes del cable giren libremente.
- 3) Medir la longitud del cable necesario y cortar.
- 4) De la misma manera el cable 2 AWG que será utilizado para las derivaciones se obtendrán las longitudes y se cortará.
- 5) Empalme de cables de Red Principal con derivaciones mediante la aplicación de soldadura. Para realizar esta actividad se deberá contar con el siguiente material:
 - Molde de acuerdo al tipo de empalme y diámetro de cable a realizar "T", "X", etc.
 - Carga o cartucho del número requerido #45, 90, 115, etc.
 - Multifilama para fundir soldadura.
 - Laminillas.

APLICACIÓN DE SOLDADURA EXOTÉRMICA.

- 1) Verificar el molde que sea del tipo requerido, así como también el número de carga o cartucho. El cartucho y molde serán del número y tipo indicado en planos, para aplicar la soldadura las partes a unir estarán totalmente limpias de cualquier polvo o sustancia que impida la correcta unión (aplicado a empalme cable a cable o conexión a equipo).
- 2) Limpie y retire cualquier impureza de los conductores y del molde. Es muy importante que los conductores estén limpios y secos. De lo contrario, pueden producirse soldaduras inaceptables y reacciones violentas (con fugas de material) al entrar en contacto el fundido de soldadura con el material sucio.
- 3) Caliente el molde. Antes de realizar la primera de una serie de soldaduras, caliente el molde de grafito con un soplete. El grafito absorbe humedad a temperatura ambiente, por lo que es necesario calentarlo por encima del punto de ebullición del agua para eliminarla por completo.



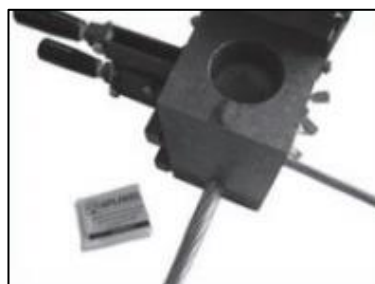
- 4) Coloque los conductores en el molde y cierre las pinzas. Asegúrese de que las pinzas cierran herméticamente el molde, así como de que los conductores queden bien sujetos al mismo.



- 5) Cierre el alicate del molde y boquearlo en dicha posición para evitar fugas de metal fundido durante el proceso de soldadura. Coloque el disco metálico adecuado con la parte cónica hacia abajo en el fondo de la tolva de forma que pueda obturar el orificio de colada.



- 6) Abrir el cartucho recomendado para el tipo de conexión a realizar y vaciar el 60% del contenido del sobre con el polvo para soldadura en el crisol o cámara del molde, a modo de mecha sobre el borde del molde hasta la tova y esparza el resto sobre la superficie haciendo un camino a unos 5 mm. De ancho. Cubra la superficie de la tableta de soldadura con el resto de polvo.



INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA

CÓDIGO

ITIP-02

REVISIÓN

00

EMISIÓN

12.AGO.22

- 7) Cierre la tapa del molde. Asegúrese de que la palanca de seguridad está cerrada, de forma que no es posible que salga ninguna chispa por el alojamiento del iniciador electrónico.

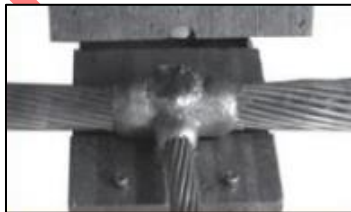


- 8) Inicie la reacción con el chasqueo sobre el polvo iniciador extendido como una mecha desde el borde del molde hasta la tolva. Colóquese a un lado o detrás del molde para evitar ser alcanzado por una esporádica proyección de material fundido.



- 9) Aléjese del molde una vez se inicie la reacción.

- 10) Espere 15 segundos tras la reacción y abra el molde. Tras la reacción espere 15 segundos antes de abrir el molde para asegurarse la solidificación del fundido. Abra el molde siempre utilizando las pinzas adecuadas y con guantes de seguridad, pues todo el sistema estará muy caliente. Extreme la precaución. Extraiga los conductores soldados del molde.



- 11) Limpie el molde con las herramientas adecuadas para eliminar la escoria y limpiar la tolva.

DERIVACIONES.

Supervisar que para cada equipo y superficie se utilice el conector adecuado de acuerdo a lo especificado en los planos última revisión además que se coloque en el lugar determinado.

MEDICIÓN DE RESISTENCIA A TIERRA Y PRUEBA DE CONTINUIDAD.
A. RESISTENCIA A TIERRA

Para verificar las condiciones de la resistencia de puesta a tierra se debe tener presente lo siguiente:

- ✓ No realizar mediciones en caso de tormentas o precipitaciones atmosféricas.
- ✓ Utilizar los implementos de seguridad necesarios para esta prueba.
- ✓ La medición de la resistencia a tierra se debe realizar utilizando un instrumento especial o medidor de resistencia de tierra, puede ser una pinza de tierra o un medidor de tres puntos.
- ✓ Se deben realizar por lo menos tres mediciones independientes de la resistencia de la puesta a tierra, cuyos valores deben ser iguales o similares.

1) Método Pinza o mordazas

Un método simple para realizar la medición de la puesta a tierra es a través de **pinzas o mordazas** de medición para la resistencia de tierra, las cuales se colocan alrededor del conductor de tierra, para realizar esta medición el circuito debe estar cerrado y firmemente conectado al neutral.

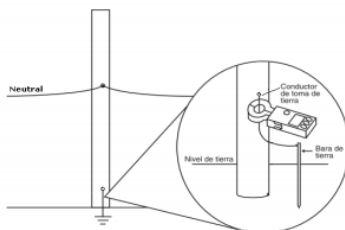


Ilustración 3 Ejemplo para la medición de la resistencia puesta a tierra.

Nota: La medición se puede realizar en la salida condicional a tierra o en la parte superior del poste.

2) Caída de Potencia

Otro método es el de **caída de potencia** o de 3 puntos en el cual se inyecta una corriente a través del electrodo de la puesta a tierra y se mide el alza de potencial por el electrodo auxiliar de potencia, conocidos el valor de la tensión y de la corriente se obtiene la resistencia de la puesta a tierra.

Dicho de otra manera, se debe colar el electrodo auxiliar de potencia Y a una distancia "d" (igual al doble de la longitud del electrodo) y a una distancia "2d" al electrodo auxiliar de corriente Z con respecto al electrodo de puesta a tierra, en línea recta, de manera tal que el electrodo Y este fuera de las áreas de resistencia del electrodo de tierra y del electrodo Z.

INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA

CÓDIGO

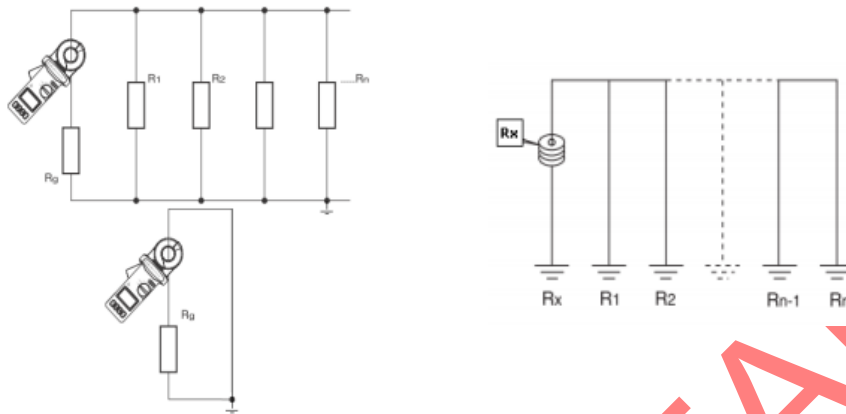
ITIP-02

REVISIÓN

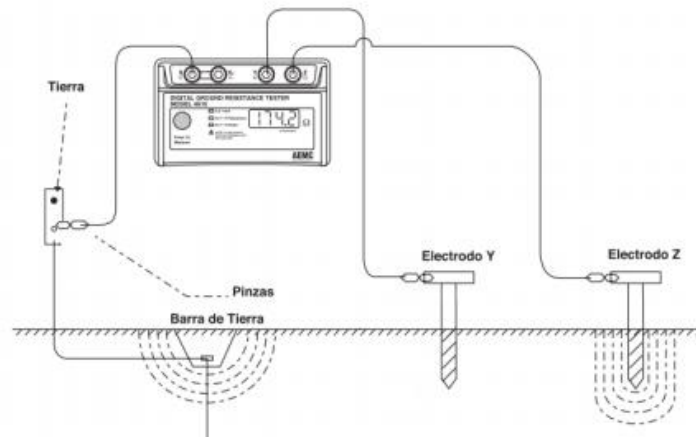
00

EMISIÓN

12.AGO.22



La medición de resistencia a tierra con pinza de medición permite realizar las mediciones sin desconectar la toma de tierra del sistema. Para realizar esta medición se debe proporcionar espacio suficiente entre las pinzas las cuales deben ser capaces de cerrar con facilidad alrededor del conductor de tierra (a) Circuito Cerrado (b) Circuito Abierto.



La medición de resistencia a tierra con el medidor de tres puntos se debe realizar colocando los dos electrodos de prueba "Y" y "Z" sobre una línea recta y separados horizontalmente entre sí.

3) Pendiente

Otro método empleado, es el **pendiente**, sugerido para medir sistemas de puesta a tierra de tamaño considerable (cuya máxima longitud supera los 30 m), o cuando la posición del centro de la puesta a tierra no es conocido o es inaccesible (por ejemplo, el SPT está por debajo de un edificio). También se puede utilizar cuando el área para colocar los electrodos de prueba está restringida o es inaccesible.

La forma de conexión es como en el método de "caída de potencial", la diferencia radica en que se toman medidas moviendo el electrodo de potencial (electrodo intermedio) al 20, 40 y 60 % de la distancia entre la malla a medir y el electrodo remoto (a una distancia C de la malla). Se mide la resistencia de puesta a tierra usando cada distancia, obteniéndose respectivamente los valores de



**INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA
INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A
TIERRA**

CÓDIGO

ITIP-02

REVISIÓN

00

EMISIÓN

12.AGO.22

R1, R2 y R3, para luego calcular el valor del cambio de la pendiente (μ) con respecto a la distancia así:

$$\mu = (R3 - R2) / (R2 - R1)$$

Con el valor de μ se va a la tabla 1, donde en una de las columnas se encuentra el valor correspondiente de k. El valor de k se multiplica entonces por la distancia C encontrando la distancia a la cual se debe colocar el electrodo intermedio (electrodo de potencial pt) con respecto a la malla a medir. Se mide la resistencia después de clavar el electrodo intermedio a la distancia antes calculada, el cual es el valor más aproximado de resistencia del sistema de puesta a tierra medido.

Tabla 1 Valores de k en función de u para el método de la pendiente

VALORES DE k EN FUNCIÓN DE u PARA EL METODO DE LA PENDIENTE									
u	k	u	k	u	k	u	k	u	k
0.01	0.6932	0.3900	0.6446	0.7700	0.5856	1.1500	0.5071	1.5300	0.3740
0.02	0.6921	0.4000	0.6432	0.7800	0.5838	1.1600	0.5046	1.5400	0.3688
0.03	0.6909	0.4100	0.6418	0.7900	0.5821	1.1700	0.5020	1.5500	0.3635
0.04	0.6898	0.4200	0.6404	0.8000	0.5803	1.1800	0.4994	1.5600	0.3580
0.05	0.6886	0.4300	0.6390	0.8100	0.5785	1.1900	0.4968	1.5700	0.3523
0.06	0.6874	0.4400	0.6375	0.8200	0.5767	1.2000	0.4941	1.5800	0.3465
0.07	0.6862	0.4500	0.6361	0.8300	0.5749	1.2100	0.4914	1.5900	0.3404
0.08	0.6850	0.4600	0.6346	0.8400	0.5731	1.2200	0.4887	1.6000	0.3342
0.09	0.6838	0.4700	0.6331	0.8500	0.5712	1.2300	0.4859	1.6100	0.3278
0.10	0.6826	0.4800	0.6317	0.8600	0.5693	1.2400	0.4831	1.6200	0.3211
0.11	0.6814	0.4900	0.6302	0.8700	0.5675	1.2500	0.4802	1.6300	0.3143
0.12	0.6801	0.5000	0.6287	0.8800	0.5656	1.2600	0.4773	1.6400	0.3071
0.13	0.6789	0.5100	0.6272	0.8900	0.5637	1.2700	0.4743	1.6500	0.2997
0.14	0.6777	0.5200	0.6258	0.9000	0.5618	1.2800	0.4713	1.6600	0.2920
0.15	0.6764	0.5300	0.6243	0.9100	0.5598	1.2900	0.4683	1.6700	0.2840
0.16	0.6752	0.5400	0.6228	0.9200	0.5579	1.3000	0.4652	1.6800	0.2758
0.17	0.6739	0.5500	0.6212	0.9300	0.5559	1.3100	0.4620	1.6900	0.2669
0.18	0.6727	0.5600	0.6197	0.9400	0.5539	1.3200	0.4588	1.7000	0.2578
0.19	0.6714	0.5700	0.6182	0.9500	0.5519	1.3300	0.4556	1.7100	0.2483
0.20	0.6701	0.5800	0.6167	0.9600	0.5499	1.3400	0.4522	1.7200	0.2383
0.21	0.6688	0.5900	0.6151	0.9700	0.5479	1.3500	0.4489	1.7300	0.2278
0.22	0.6675	0.6000	0.6136	0.9800	0.5458	1.3600	0.4454	1.7400	0.2167
0.23	0.6662	0.6100	0.6120	0.9900	0.5437	1.3700	0.4419	1.7500	0.2051
0.24	0.6649	0.6200	0.6104	1.0000	0.5416	1.3800	0.4383	1.7600	0.1928
0.25	0.6636	0.6300	0.6088	1.0100	0.5395	1.3900	0.4346	1.7700	0.1797
0.26	0.6623	0.6400	0.6072	1.0200	0.5373	1.4000	0.4309	1.7800	0.1658
0.27	0.6610	0.6500	0.6056	1.0300	0.5352	1.4100	0.4271	1.7900	0.1511
0.28	0.6597	0.6600	0.6040	1.0400	0.5330	1.4200	0.4232	1.8000	0.1352
0.29	0.6583	0.6700	0.6024	1.0500	0.5307	1.4300	0.4192	1.8100	0.1183
0.30	0.6570	0.6800	0.6008	1.0600	0.5285	1.4400	0.4152	1.8200	0.1000
0.31	0.6556	0.6900	0.5991	1.0700	0.5262	1.4500	0.4111	1.8300	0.0803
0.32	0.6543	0.7000	0.5975	1.0800	0.5239	1.4600	0.4068	1.8400	0.0588
0.33	0.6529	0.7100	0.5958	1.0900	0.5216	1.4700	0.4025	1.8500	0.0353
0.34	0.6516	0.7200	0.5941	1.1000	0.5193	1.4800	0.3980		
0.35	0.6502	0.7300	0.5924	1.1100	0.5169	1.4900	0.3935		
0.36	0.6488	0.7400	0.5907	1.1200	0.5144	1.5000	0.3888		
0.37	0.6474	0.7500	0.5890	1.1300	0.5121	1.5100	0.3840		
0.38	0.6460	0.7600	0.5873	1.1400	0.5096	1.5200	0.3791		

Un buen diseño de puesta a tierra debe reflejarse en el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas; sin embargo, la limitación de las tensiones transferidas principalmente en subestaciones de media y alta tensión es igualmente importante. En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial y controla las tensiones transferidas, pueden tomarse como referencia los siguientes valores máximos de RPT adoptados de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050, NTC 4552:



INSTRUCCIÓN DE TRABAJO PARA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CONEXIÓN A TIERRA

CÓDIGO

ITIP-02

REVISIÓN

00

EMISIÓN

12.AGO.22

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA PUESTA A TIERRA
Estructuras de líneas de transmisión	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión	1 Ω
Subestaciones de media tensión	10 Ω
Protección contra rayos	10 Ω
Neutro de acometida en baja tensión	25 Ω

Cualquier método empleado deberá registrarse los resultados de la prueba en el formato *Registro de Prueba de Resistencia a Tierra (ITIP-02/F-01)*.

A. PRUEBA DE CONTINUIDAD

Una prueba de continuidad es una comprobación rápida para ver si un circuito está abierto o cerrado. Solo un circuito cerrado y completo (conectado) tiene continuidad.

Esta prueba se realiza con ayuda de un multímetro, que genera una señal que será transmitida por toda la red. Durante una prueba de continuidad, un multímetro digital envía una pequeña corriente por el circuito para medir la resistencia en el circuito; si el circuito estuviera abierto la señal no regresaría al instrumento, no existiría recepción de señal lo que indicaría una mala soldadura, todos los datos obtenidos en la prueba deberán ser registrados en el formato *Registro de Prueba de Continuidad (PIP-04/F-02)*.

FORMATOS ASOCIADOS

CÓDIGO	REGISTRO	NIVEL DE REVISIÓN	TIEMPO DE RETENCIÓN
ITIP-02/F-01	<i>Registro de Prueba de Resistencia a Tierra</i>	00	1 año en físico/ Digital sin caducidad
ITIP-02/F-02	<i>Registro de Prueba de Continuidad</i>	00	1 año en físico/ Digital sin caducidad