

MEDIDAS ELÉCTRICAS REGLAMENTARIAS EN **BAJA** TENSIÓN

Megger[®]

Medida de resistencia de tierra.



Calendario Webinars

PARTE 1: (Viernes 13 Marzo)

Medida de aislamiento



PARTE 2: (Lunes 13 de Abril)

Medición de tierras



PARTE 3: (Miércoles 20 Mayo)

**Medición de fugas de corriente y
Prueba de diferenciales**



PARTE 4: (Miércoles 17 Junio)

**Medida de impedancia de bucle,
secuencia fases y continuidad del
conductor de protección**



Fases de una instalación eléctrica

- 1 Diseño.
- 2 Presupuesto
- 3 Ejecución.
- 4 Verificación**
- 5 Certificación



DISEÑO



PRESUPUESTO



EJECUCIÓN

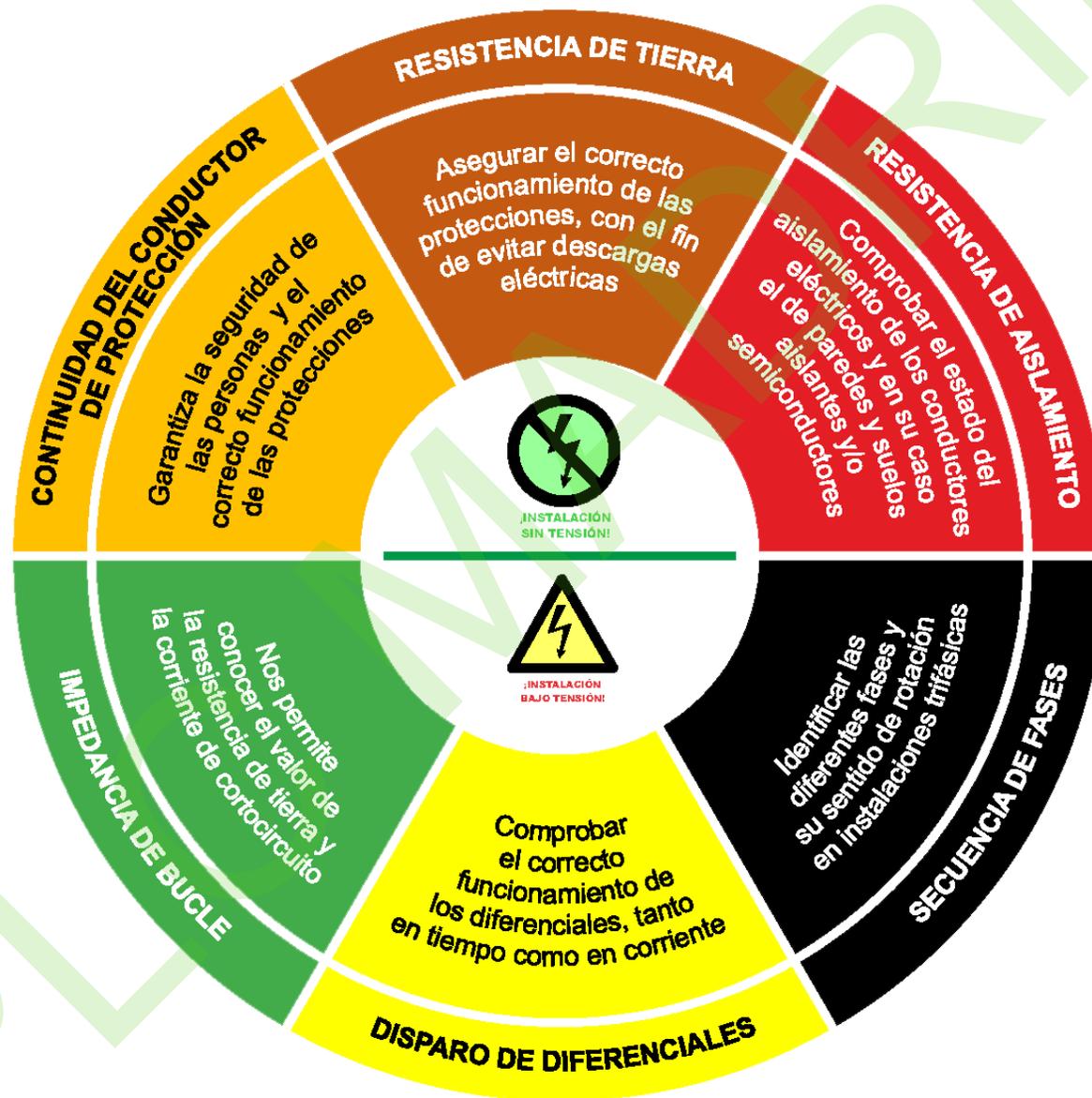


VERIFICACIÓN



CERTIFICACIÓN

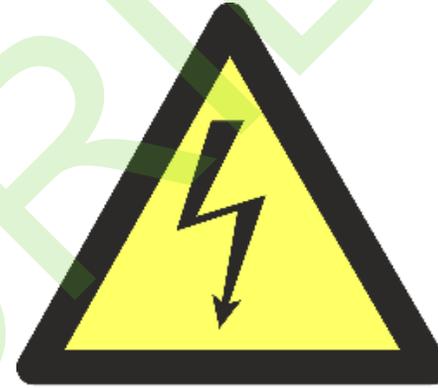
¿Qué pruebas con instrumentación se deben realizar?



Pruebas con instrumentación

Con tensión:

1. Medida de impedancia de bucle y de defecto.
2. Prueba de diferenciales.
3. Secuencia de fases.
4. Corrientes de fuga.



**¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!**

Sin tensión:

5. Medida de la continuidad del conductor de protección.
- 6. Media de resistencia de tierra.**
7. Medida de aislamiento.



**¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!**

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

1. OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA. (ITC BT 18)

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de **limitar la tensión** que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

2. PUESTA O CONEXION A TIERRA. DEFINICIÓN (ITC BT 18)

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

TIPOS DE PUESTA A TIERRA

Existen distintos tipos de puesta a tierra, cada una de ellas cumplen con un fin predeterminado, pudiendo clasificarse como:

1) Puesta a tierra para protección.

2) Puesta a tierra funcional.

- Puesta a tierra en señales electrónicas.
- Puesta a tierra de protección electrónica.
- Puesta a tierra de la protección atmosférica.
- Puesta a tierra de la protección electrostática.
- Las carcasas de máquinas eléctricas, cuas y tanques de transformadores, etc.

3) Puesta a tierra para trabajo.

En esta jornada, solo trataremos la puesta a tierra para protección.

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

(ITC BT 18)

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Ver tabla 2	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro	
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección de los conductores de protección S _p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

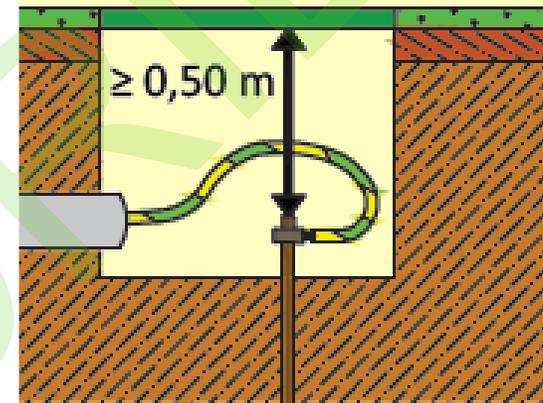
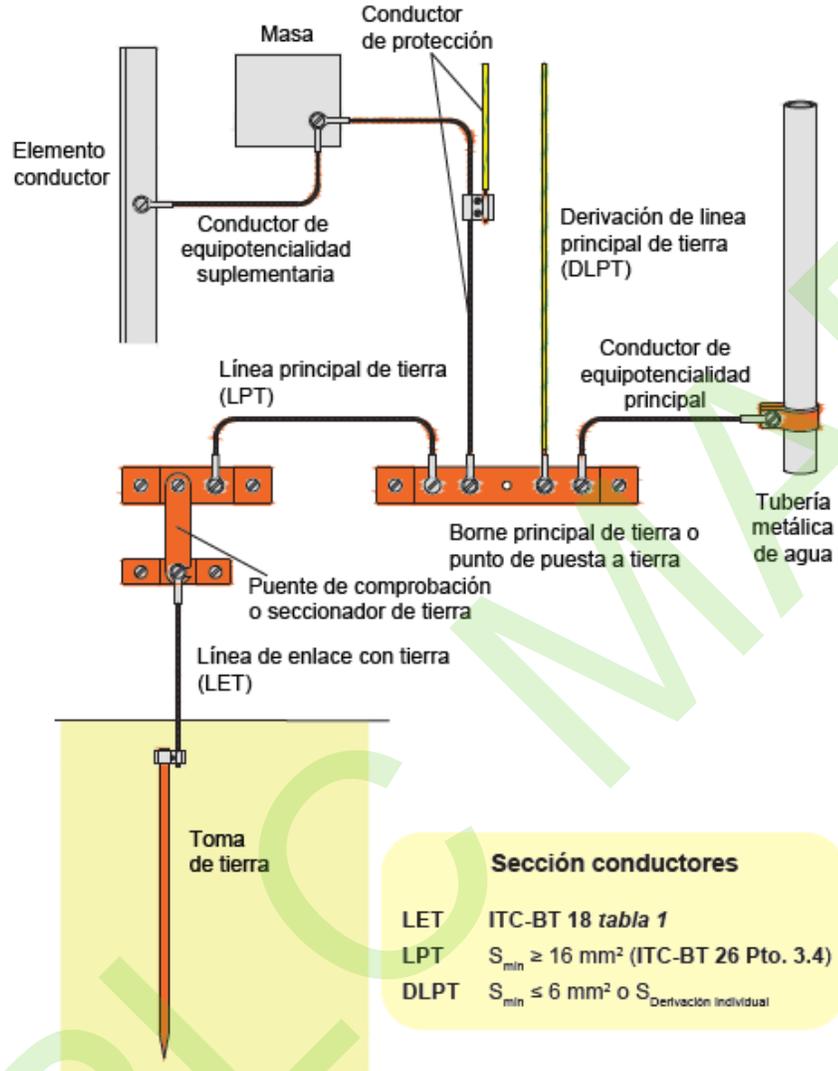
GUIA REBT (ITC BT 18)

Tipo de electrodo		Dimensión mínima
Picas	Barras	$\varnothing \geq 14,2$ mm (acero-cobre 250 μ) $\varnothing \geq 20$ mm (acero galvanizado 78 μ)
	Perfiles	Espesor ≥ 5 mm y sección ≥ 350 mm ²
	Tubos	\varnothing exterior ≥ 30 mm y espesor ≥ 3 mm
Placas	Rectangular	1 m x 0,5 m Espesor ≥ 2 mm (cobre) Espesor ≥ 3 mm (acero galvanizado 78 μ .)
	Cuadrada	1 m x 1 m Espesor ≥ 2 mm (cobre) Espesor ≥ 3 mm (acero galvanizado 78 μ)
Conductor desnudo		35 mm ² (cobre)

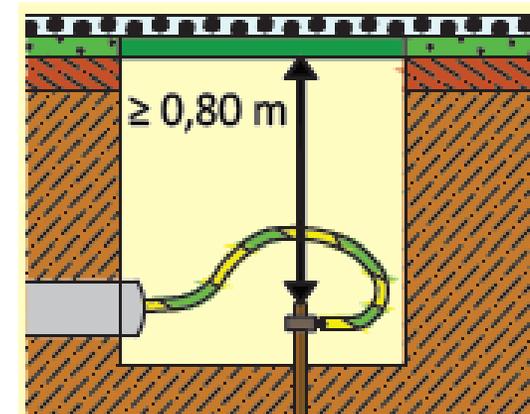
Tipos de electrodos y dimensiones mínimas

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra.



Profundidad mínima de la toma de tierra



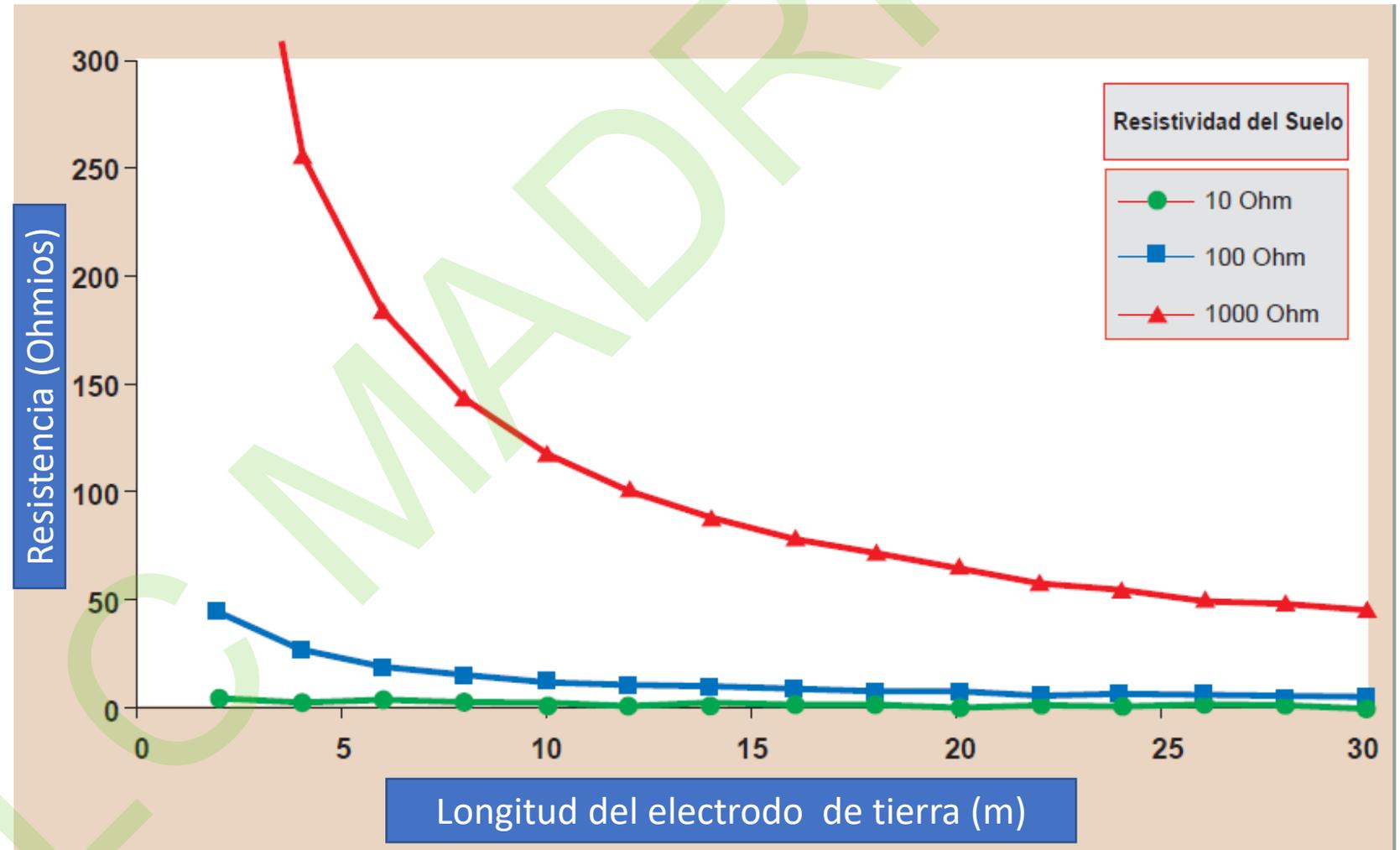
Profundidad mínima de la toma de tierra cuando exista riesgo continuado de helada

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Efecto de incremento de la profundidad de enterramiento de electrodos verticales en suelo uniforme

El decrecimiento en resistencia obtenido con una electrodo largo puede ser considerable en condiciones de suelo no uniforme. En la figura, las capas superiores son de resistividad relativamente alta hasta una profundidad de seis metros.

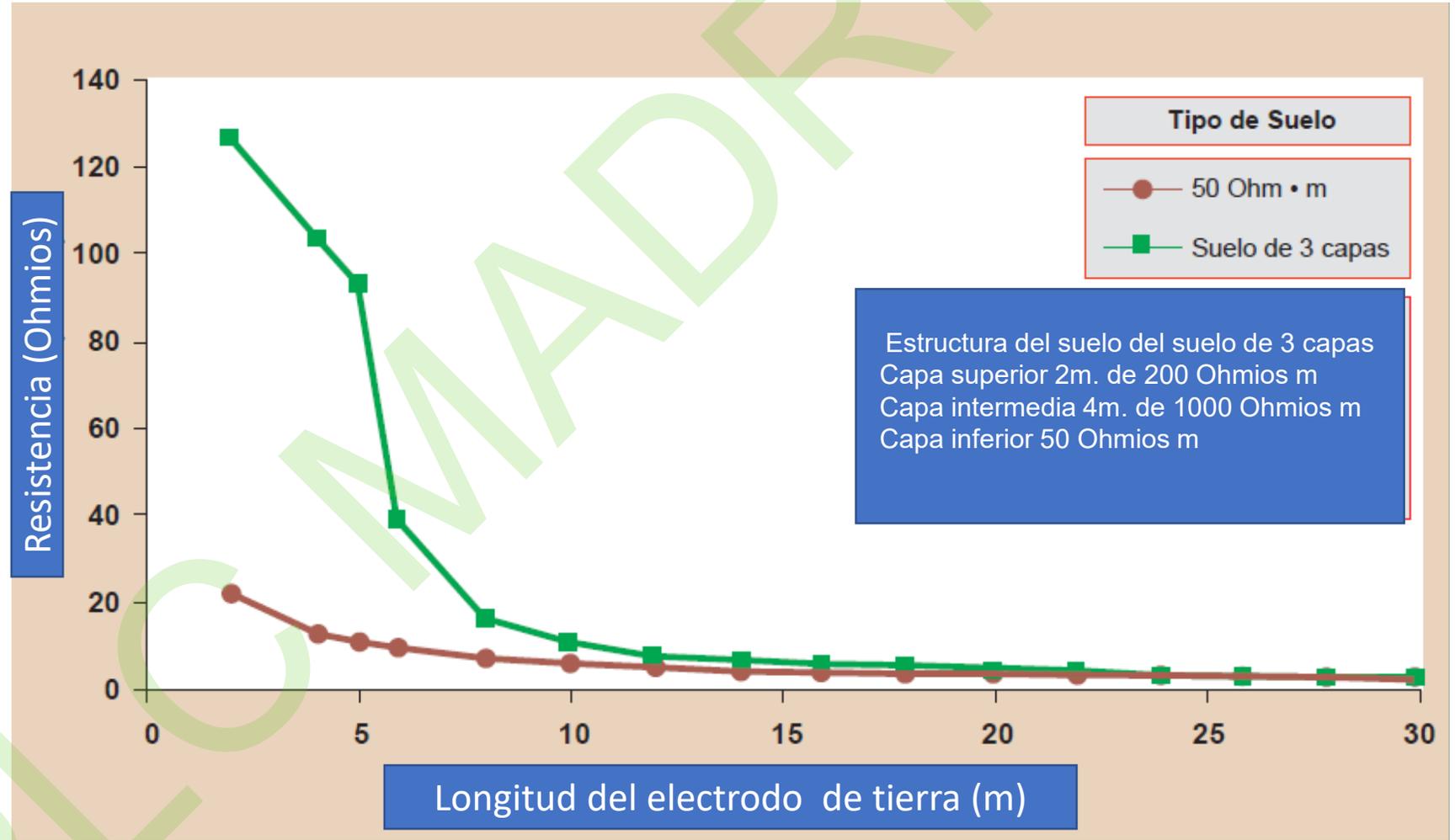
La resistencia de las picas es alta hasta que su longitud supera estas capas, debido a la alta resistividad del suelo que la rodea.



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Resistencia en función de la longitud del electrodo en terreno estratificado

La Figura muestra el beneficio que puede obtenerse en suelos de diferente resistividad incrementando la longitud del electrodo enterrado. Se observa la mejora por unidad de longitud disminuye a medida que el electrodo aumenta.



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

¿Por qué se deben medir la resistencia de puesta a tierra?

Se realiza para comprobar que la instalación de puesta a tierra tiene un **valor suficientemente bajo** que **garantice la seguridad de las personas** frente a contactos indirectos y aseguren el correcto funcionamiento de los distintos dispositivos de protección de las instalaciones eléctricas.



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

El valor será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto peligrosas, superiores a **24 V** en local o emplazamiento conductor y **50 V** en los demás casos.



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Los procedimientos de medición los fija la norma **UNE- HD 60364-6**

La referencia normativa para las instalaciones de puesta a tierra España es el **REBT**, en la **ITC BT 18**, en el **Pto. 2.9.** indica que el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a **tensiones de contacto** superiores a:

- **24 V** en **local conductor**
- **50 V** en los demás casos



¿Pero que valor es correcto?

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Aplicando la Ley de Ohm podemos averiguarlo:

$$R = \frac{U}{I}$$

R: Resistencia (Ω .)

U: Tensión máxima de contacto (V)

I: Corriente Interruptor diferencial (A) "sensibilidad"



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Instalaciones provisionales y de obras (ITC BT 33 y Guía REBT)

Se instalará una toma de tierra, que se procurará sea definitiva del edificio, pero si no, se hará con el número de electrodos suficientes para que su resistencia sea inferior a **80 Ω**.

$$R = 24 \text{ V} : 0,3 \text{ A} = \mathbf{80 \text{ } \Omega}$$

Valores de resistencia de puesta a tierra en función de tensión de contacto						
$R_{(\Omega)} = U_{(V)} / I_{(A)}$	Tensión máxima de contacto					
	24 V (Loc. húmedo)			50 V (Local seco)		
Sensibilidad I. Diferencial	10 mA	30 mA	300 mA	10 mA	30 mA	300 mA
Resistencia máxima	2400 Ω	800 Ω	80 Ω	5000 Ω	1666 Ω	166 Ω

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

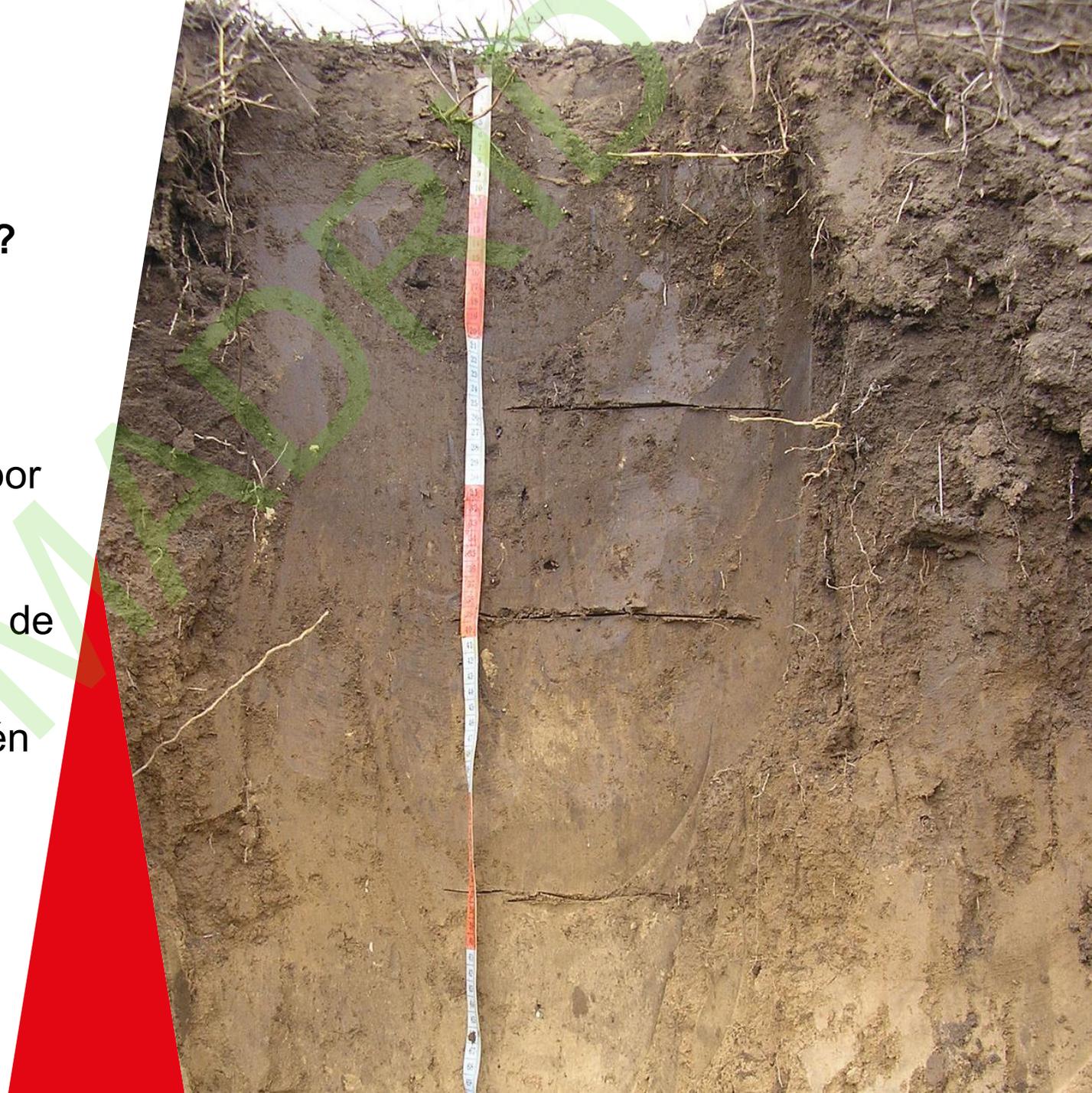
VALORES DE REFERENCIA DE PUESTA A TIERRA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE INSTALACIÓN		
	Resistencia a tierra	Sensibilidad del Interruptor Diferencial
Alumbrado exterior (ITC BT 09)	30 Ω	300 mA
	5 Ω	500 mA
	1 Ω	1000 mA
Locales Viviendas Oficinas (BOCM 138 12/08/2012) GUIA-ITC-BT 26	Sin pararrayos	Con pararrayos
	37 Ω	15 Ω
Luz de obra (Guía ITC BT 33)	80 Ω	
Temporal feria* CAM	20 Ω	
RICT	10 Ω	

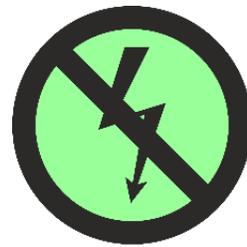
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

¿Cuándo se debe realizar la medición?

Antes de la puesta en servicio, la instalación de toma de tierra deberá ser **OBLIGATORIAMENTE** comprobada por el **director de obra** o el **Instalador Autorizado** y **medirá la resistencia de tierra**. (ojo este valor aparece certificado de instalación eléctrica “boletín”)

Para su correcto **mantenimiento** también deberá comprobarse como mínimo **UNA VEZ AL AÑO**, **en la época en la que el terreno esté más seco**.





¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Será necesario un **telurómetro**, un equipo de medida multifunción o Pinzas

Existen **distintos métodos** para realizar la medición, cada uno de ellos tiene sus ventajas e inconvenientes. Conocer cada método le permitirá al instalad@r o persona cualificada **elegir el método más apropiado**.

En todos los casos se utiliza la ley de Ohm, solo varía la tensión y corriente aplicada en cada método.

Megger[®]

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Métodos más utilizados para medir tierras:

- 1.- **Método clásico a 3 hilos**, del 62 %, o caída de tensión o potencial.
- 2.- Del triángulo.
- 3.- De la pendiente de Tagg.
- 4.- Del electrodo vago o del cubo de agua.
- 5.- Con dos electrodos auxiliares y una pinza.
- 6.- De dos polos, con toma de tierra auxiliar o de referencia.
- 7.- Con dos pinzas y sin electrodos auxiliares.
8. Resistencia total de tierra (Impedancia de bucle de defecto.)
9. Con pinza medidora de tierra.

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Método 1. Método de medida a 3 hilos

Método clásico, mediante dos electrodos auxiliares o del 62%

Es el método recomendado por la norma **UNE HD 60364-6:2016**

El sistema está especialmente indicado para instalaciones **nuevas** e instalaciones donde se pueda realizar la desconexión del puente de comprobación durante la prueba sin que ello suponga **un riesgo elevado** para los usuarios.



**¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!**



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Método 1. Método de medida a 3 hilos

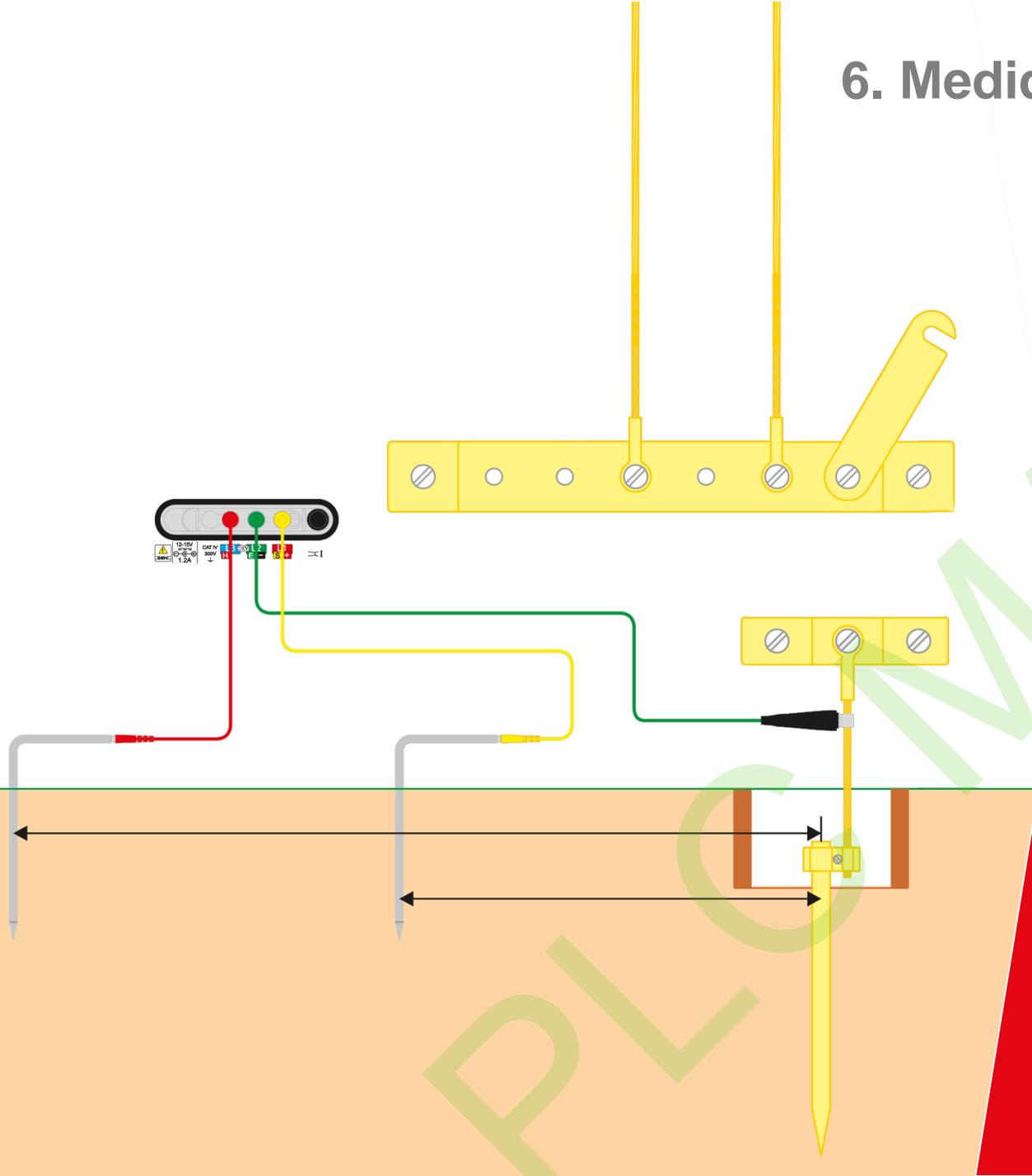
Método clásico, mediante electrodos auxiliares o del 62%

Procedimiento :

Desconectar el electrodo de tierra, mediante la borna de comprobación.

Atención: Si durante la medición se produce alguna fuga a través del conductor de protección y éste está desconectado del electrodo, puede darse una situación de riesgo.

Se debe preparar todo el dispositivo antes de abrir el circuito e inmediatamente después de medir se conecta nuevamente.



Megger[®]



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Método 1. Método de medida a 3 hilos

Método clásico, mediante dos electrodos auxiliares, del 62%, o caída de tensión o potencial

Se conectará el equipo al **electrodo de tierra E** mediante el **cable verde** y el **electrodo auxiliar de tensión S** mediante el cable de **color amarillo** y el **electrodo auxiliar de corriente H** al **cable rojo**.

Los electrodos auxiliares se colocarán en **línea recta** lo más lejos posible, como se indica en el dibujo.

Megger[®]

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Método 1. Método de medida a 3 hilos

Procedimiento para medir la resistencia de un electrodo puesto a tierra.

1. Disponer de un bloc de notas y de la herramienta necesaria para la preparación y desarrollo del ensayo.
2. Disponer de los EPIS

El electrodo de corriente **H** se alejará todo lo posible del electrodo a medir **E**, si es posible el cable se extenderá totalmente. El **electrodo auxiliar de tensión S** se clavará a la distancia de **0,62 L**. La medida se repetirá a las distancias de **0,52 L** y **0,72 L**.

Si los resultados de las dos mediciones no difieren más de un **10%** de la primera medida (0,62 L), el primer resultado se considera bueno.



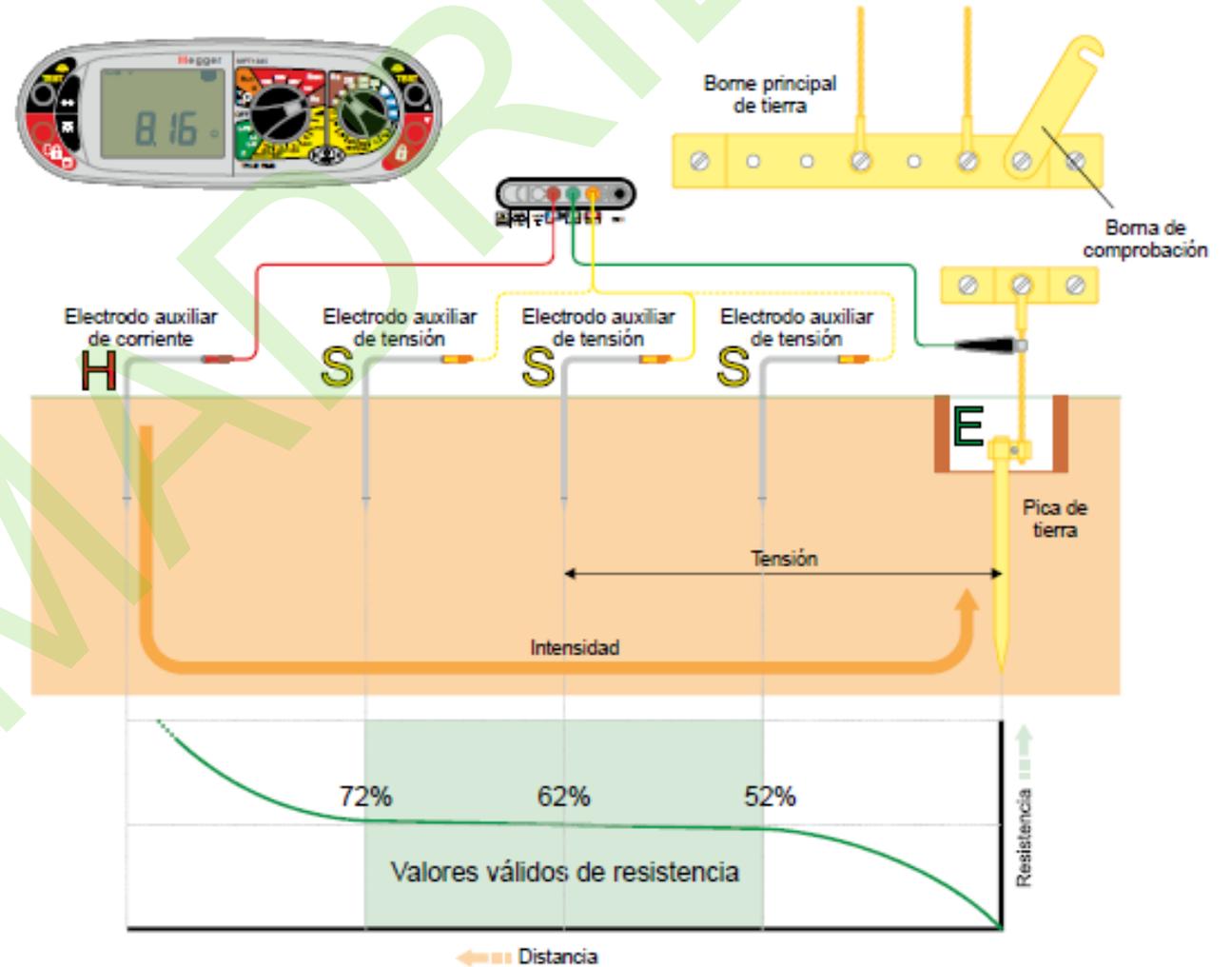
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

1.- Método clásico mediante dos electrodos auxiliares, del 62 %, o caída de tensión.

Es el método recomendado por la norma **UNE HD 60364-6:2016**

El instrumento hace circular una corriente entre el electrodo de corriente (**H**), suficientemente alejado del electrodo bajo prueba **E** (pica), de forma que electrodo de tensión o potencial **S** mide la tensión con relación al electrodo a medir **E** (pica). Y ofrece una lectura de resistencia en base al cálculo de relación tensión-corriente, de la ley de Ohm

$$R=U/I$$



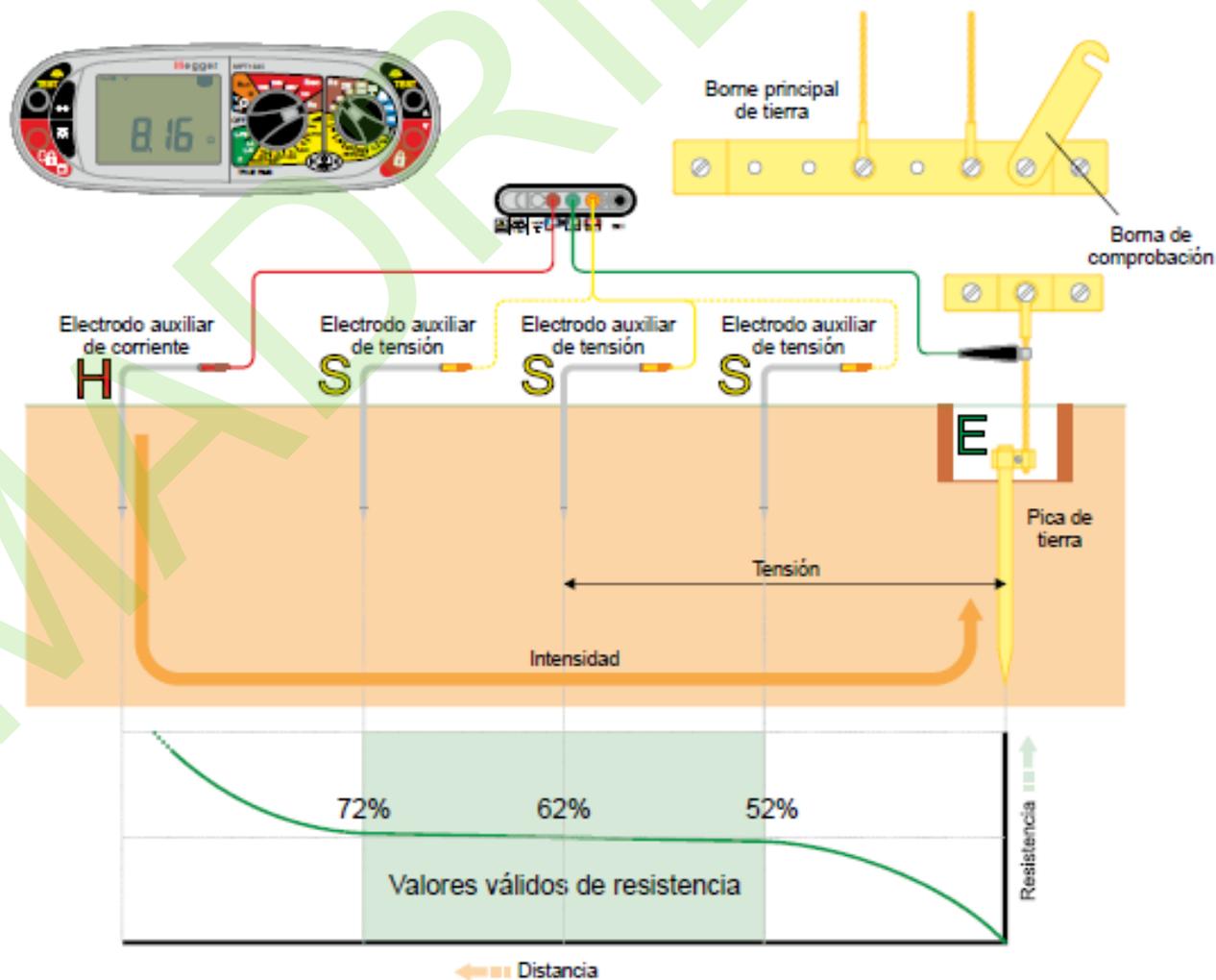
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

1.- Método del triángulo.

Este método es similar al del 62%, se emplea cuando este no es posible aplicarlo, ya sea por imposibilidad de alineación de los electrodos o existencia de obstáculos intermedios que no permitan alejar suficientemente el electrodo de corriente (H).



¡INSTALACIÓN SIN TENSIÓN!



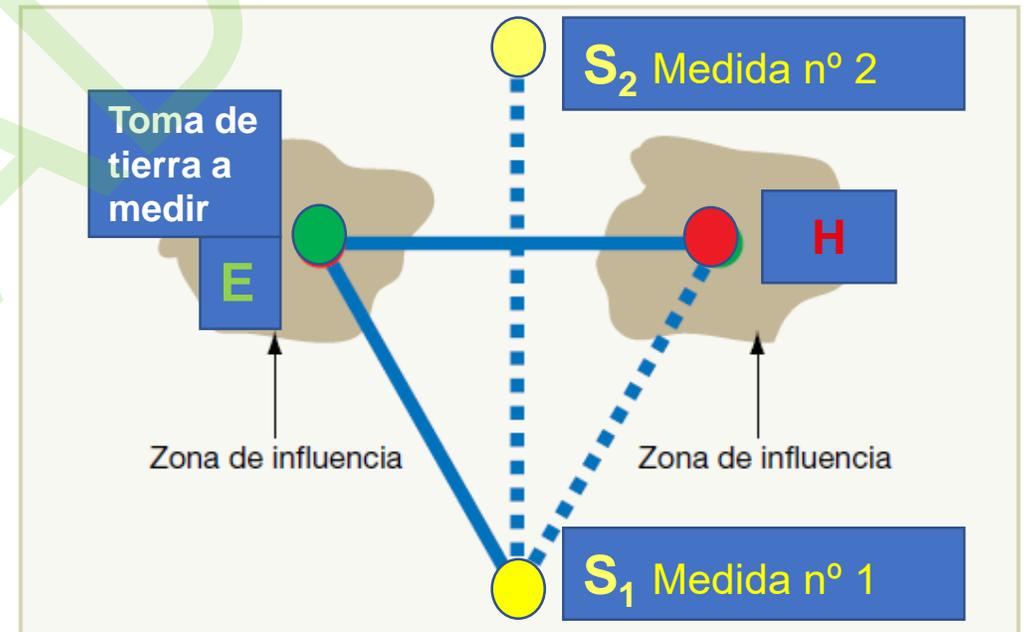
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

2.- Método Del triángulo.

El método consiste en:

- Clavar los electrodos auxiliares **H** y **S**, formando un triángulo equilátero con el electrodo a medir **E**.
- Realizar una primera medida colocando el electrodo auxiliar **S₁** según el dibujo y una segunda medición en **S₂**
- Si los valores obtenidos están próximos, la medición se considera correcta
- Si los valores obtenidos son muy diferentes, el electrodo **S** se encuentra en una zona de influencia y habrá que aumentarlas distancias y rehacer las mediciones.

Nota.- Para asegurarnos de que los valores obtenidos son correctos podemos realizar la medición aumentando la distancia.



¡INSTALACIÓN SIN TENSIÓN!

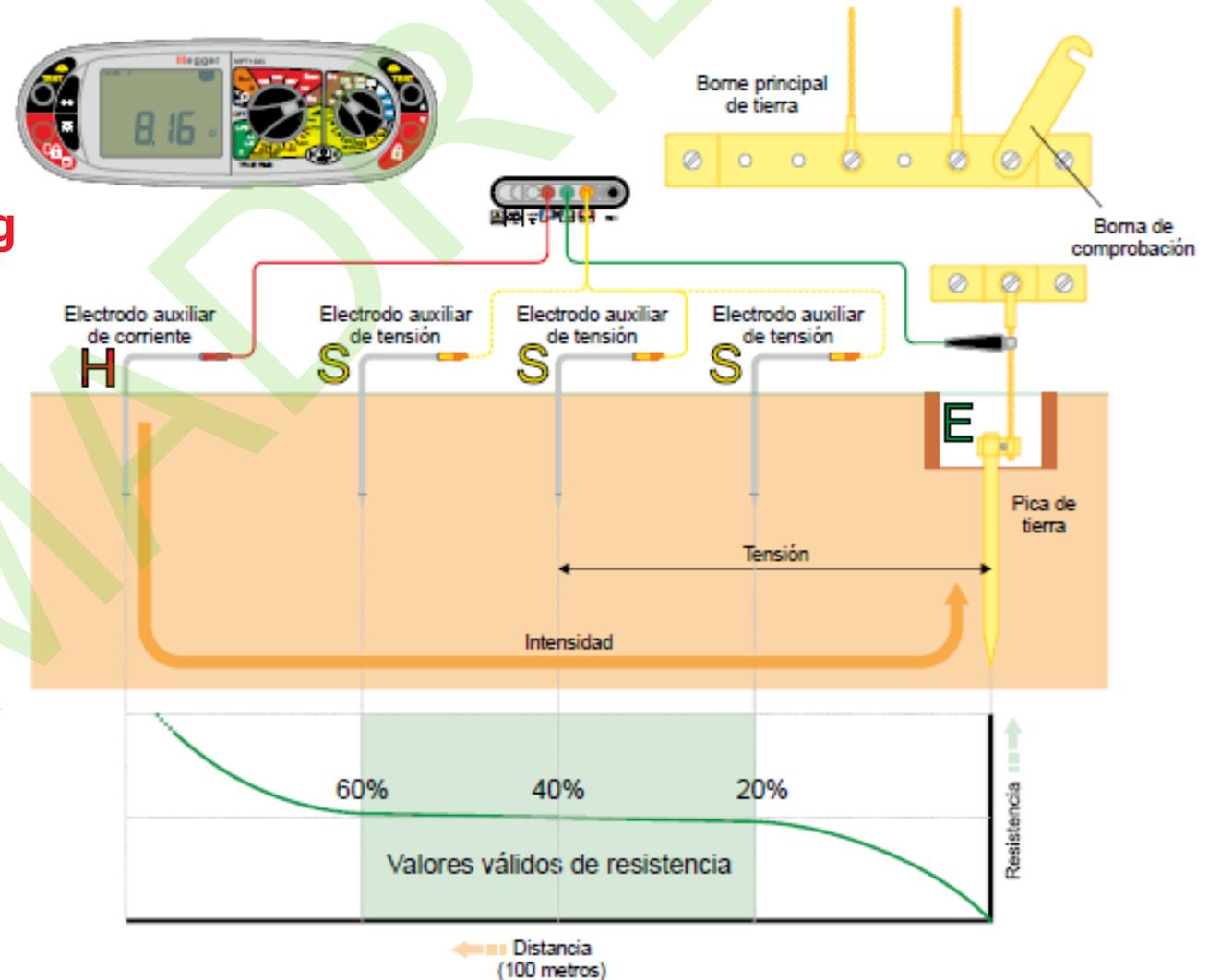
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



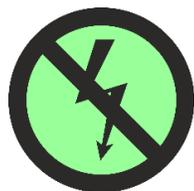
¡INSTALACIÓN SIN TENSIÓN!

3.- Método de pendiente de Tagg

- **Se utiliza** cuando el método clásico o del 62% no ofrece suficiente precisión o se precisa medir en sistemas de PAT que cubren un gran área (subestaciones, Grandes industrias, etc.) La conexión es la misma que la del método clásico, solo varia el porcentaje de distancia **Se realizan tres lecturas** al 20%, 40% y 60 %
- Cálculo de $\mu = R_3 - R_2 / R_2 - R_1$
- Se debe utilizar una tabla para determinar el valor mas próximo y elegir entre los tres valores el más próximo.



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



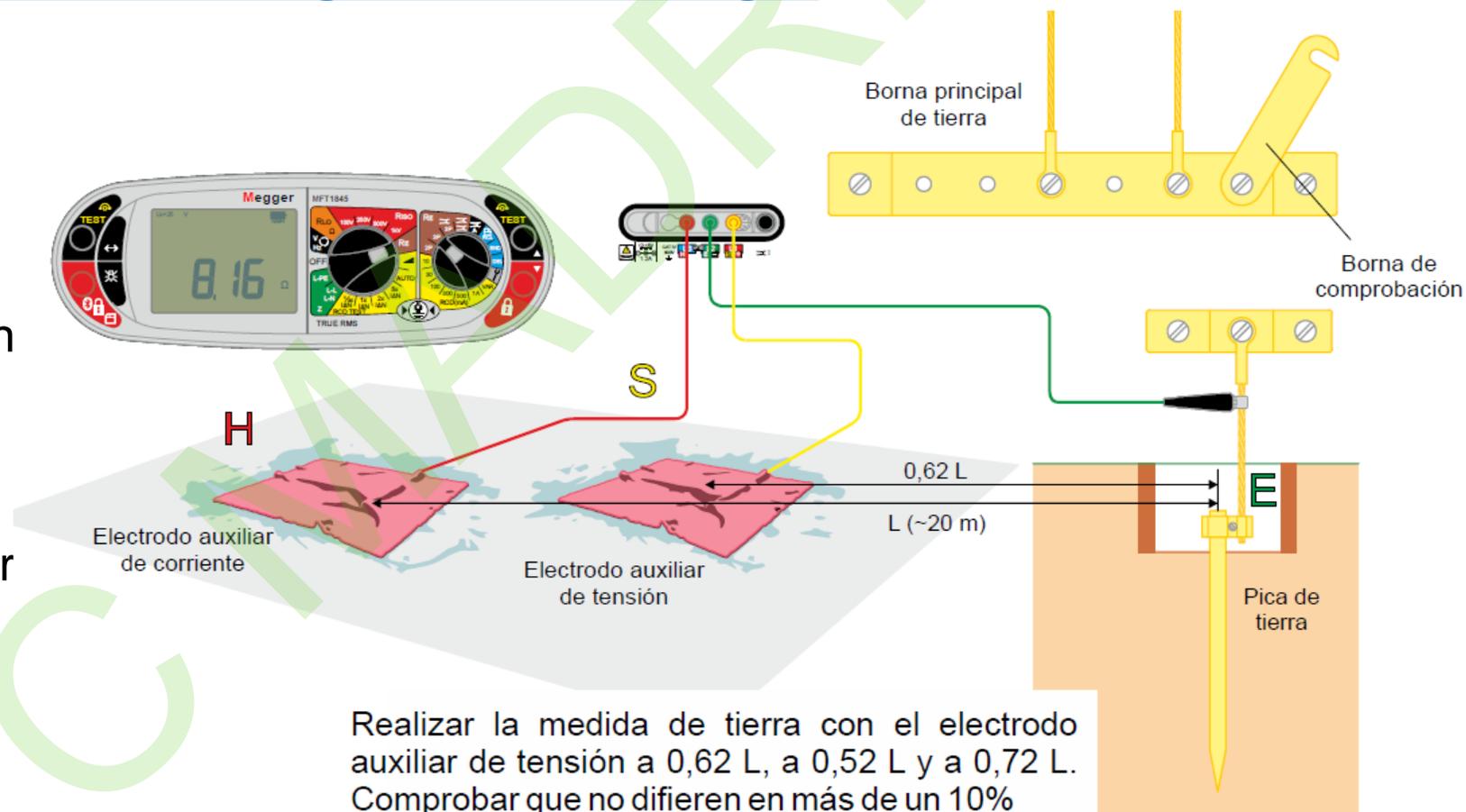
¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

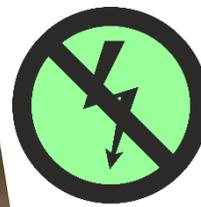
4.- Método del electrodo vago o del cubo de agua

Este sistema se utiliza cuando no es posible clavar electrodos auxiliares, como por ejemplo, en suelos pavimentados o de hormigón.

También pueden utilizarse placas de 30x30x3 cm en lugar de los electrodos.

El procedimiento es el mismo que con electrodos (Clásico)





¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

5.- Método con dos electrodos auxiliares y una pinza

Sin desconectar la tierra

Se conectará el equipo al electrodo de tierra **E** mediante el **cable verde** y el electrodo auxiliar de tensión **S** al terminal de **color amarillo** y el electrodo auxiliar de corriente **H** al **cable rojo** y se conectará la pinza **IClamp** al aparato, según esquema.

Megger[®]

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

5.- Método con dos electrodos auxiliares y una pinza

- No es preciso desconectar la tierra
- La pinza de medición **Iclamp** debe colocarse por debajo de la conexión del **conductor de prueba verde**.



¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

Este método se emplea para medir la resistencia de tierra en **instalaciones en funcionamiento**,. Supone un **ahorro importante de tiempo y una mayor seguridad** para la instalación en servicio y para los operarios.



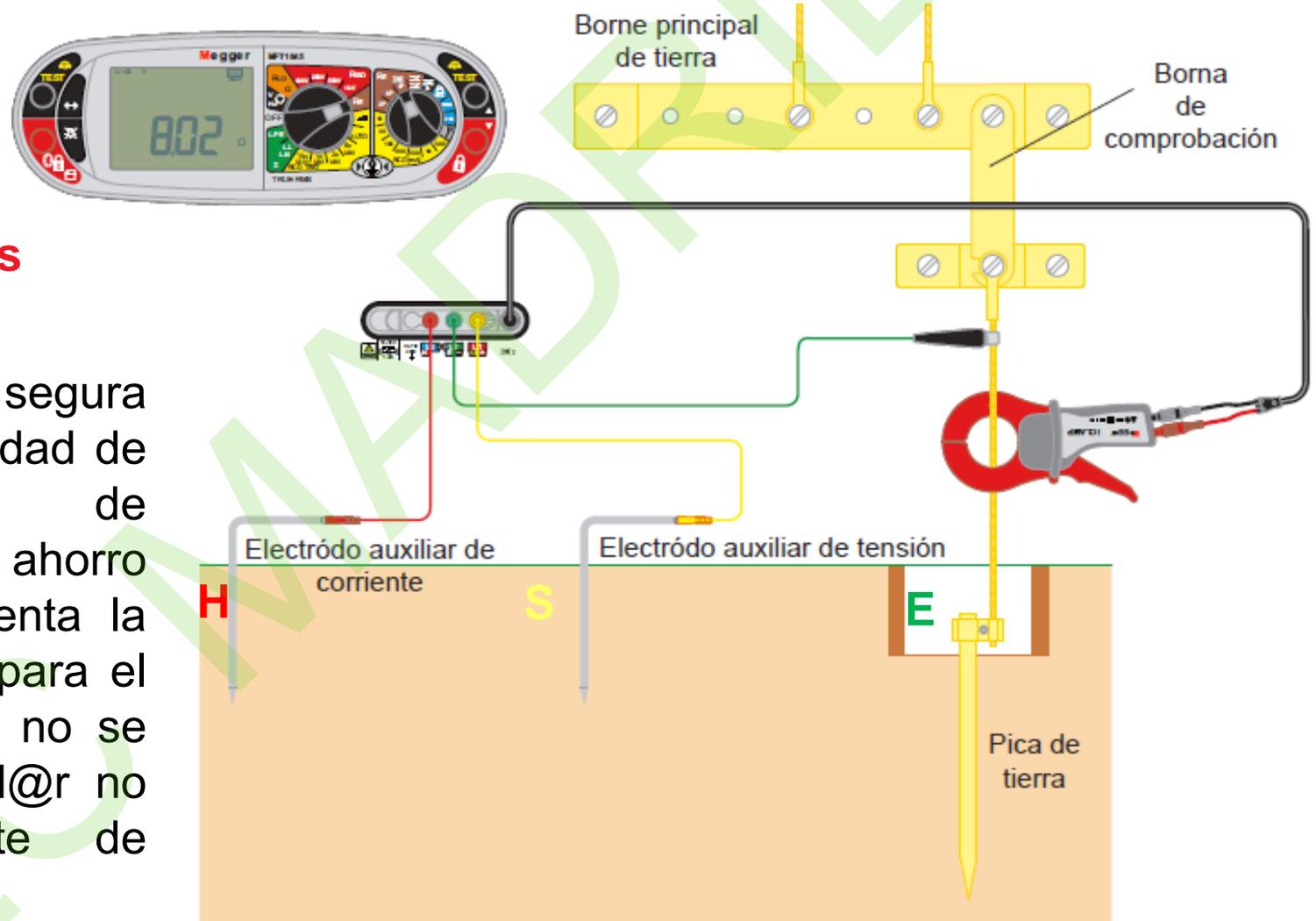
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

5.- Método con dos electrodos auxiliares y una pinza

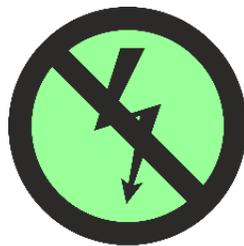
Este método permite de forma segura realizar la medición sin necesidad de desconectar el puente de comprobación, esto supone un ahorro de tiempo importante y aumenta la seguridad de la instalación y para el instalador, pues la instalación no se deja sin servicio y el instalador no debe manipular el puente de comprobación.



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

6.- Método de dos polos o simplificado (con toma de tierra auxiliar)

Este método se emplea para medir la resistencia de tierra en instalaciones en funcionamiento, donde no existe la posibilidad de clavar electrodos.



¡INSTALACIÓN
SIN TENSION!





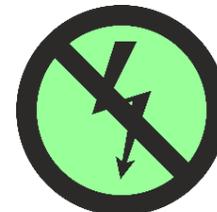
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

6.- Método de dos polos o simplificado (con toma de tierra auxiliar)

Se trata de un método un poco especial, consiste en cerrar el bucle a través de una estructura metálica, tubería, forjado de obras o similares.

En este caso el aparato realiza la medida con una corriente elevada para poder asegurar unos resultados fiables.

Se debe desconectar el borne de comprobación, se conectará el equipo al **electrodo de tierra E** mediante el **cable verde** y la **toma de tierra auxiliar** al termina **S** de **color amarillo**.



**¡INSTALACIÓN
SIN TENSION!**

Megger[®]

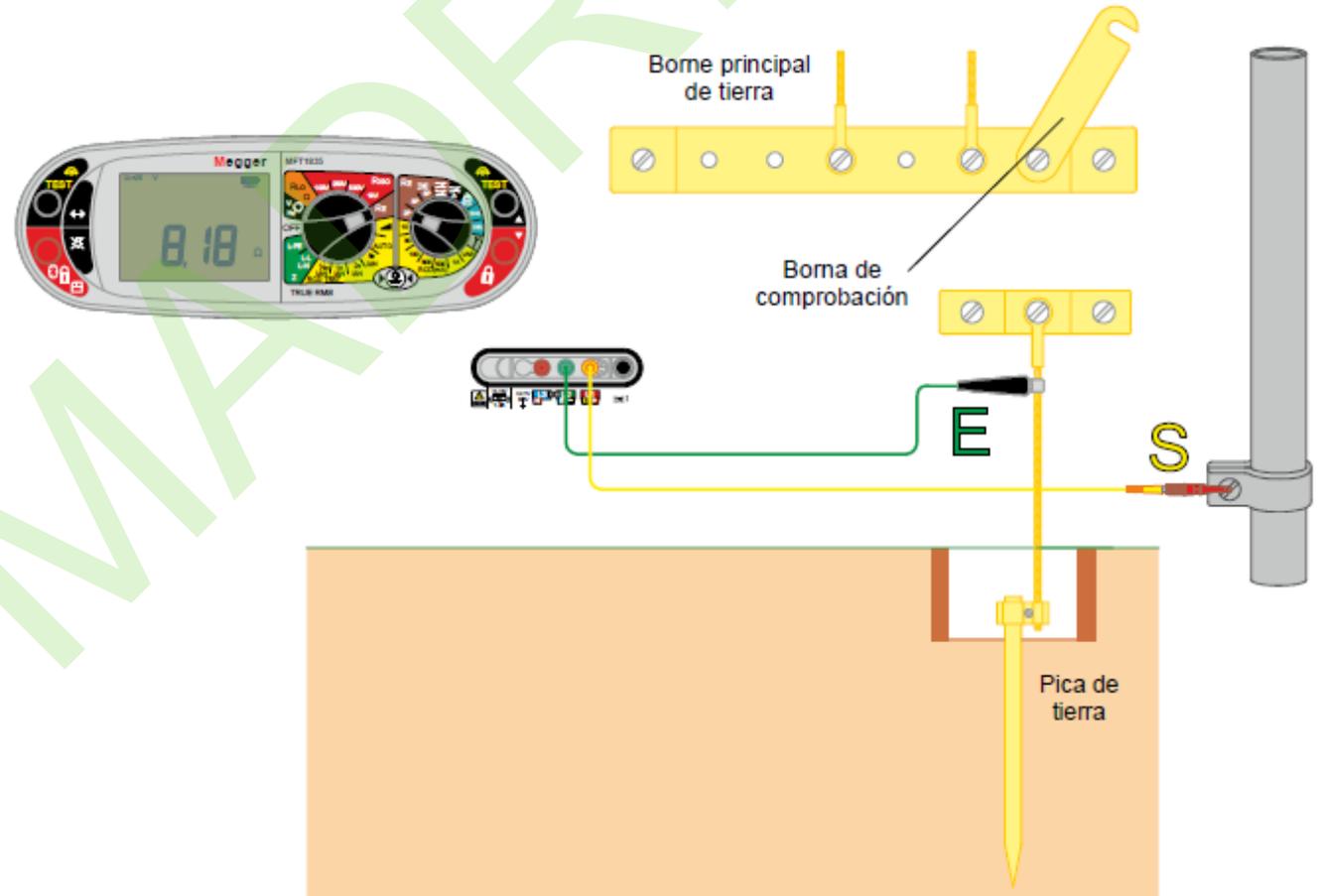
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



¡INSTALACIÓN
SIN TENSION!

6.- Método de dos polos. (con toma de tierra auxiliar)

Este método se utiliza cuando no hay posibilidades de clavar electrodos y tenemos acceso a masas metálicas en contacto íntimo con la tierra, como señales de tráfico, farolas, forjado de obras, vallas, etc. La fiabilidad de la medición puede no ser muy precisa. El valor obtenido siempre será mayor que electrodo a prueba, pues en realidad estamos haciendo un bucle.



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

7.- Método con dos pinzas.

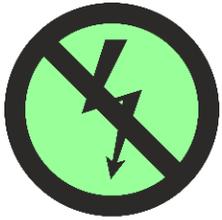
Simplifica notablemente la medición.

Observar las distancias mínimas y que las direcciones de las flechas de las pinzas estén en el mismo sentido.

No es preciso desconectar el conductor de protección ni conectar los electrodos auxiliares.



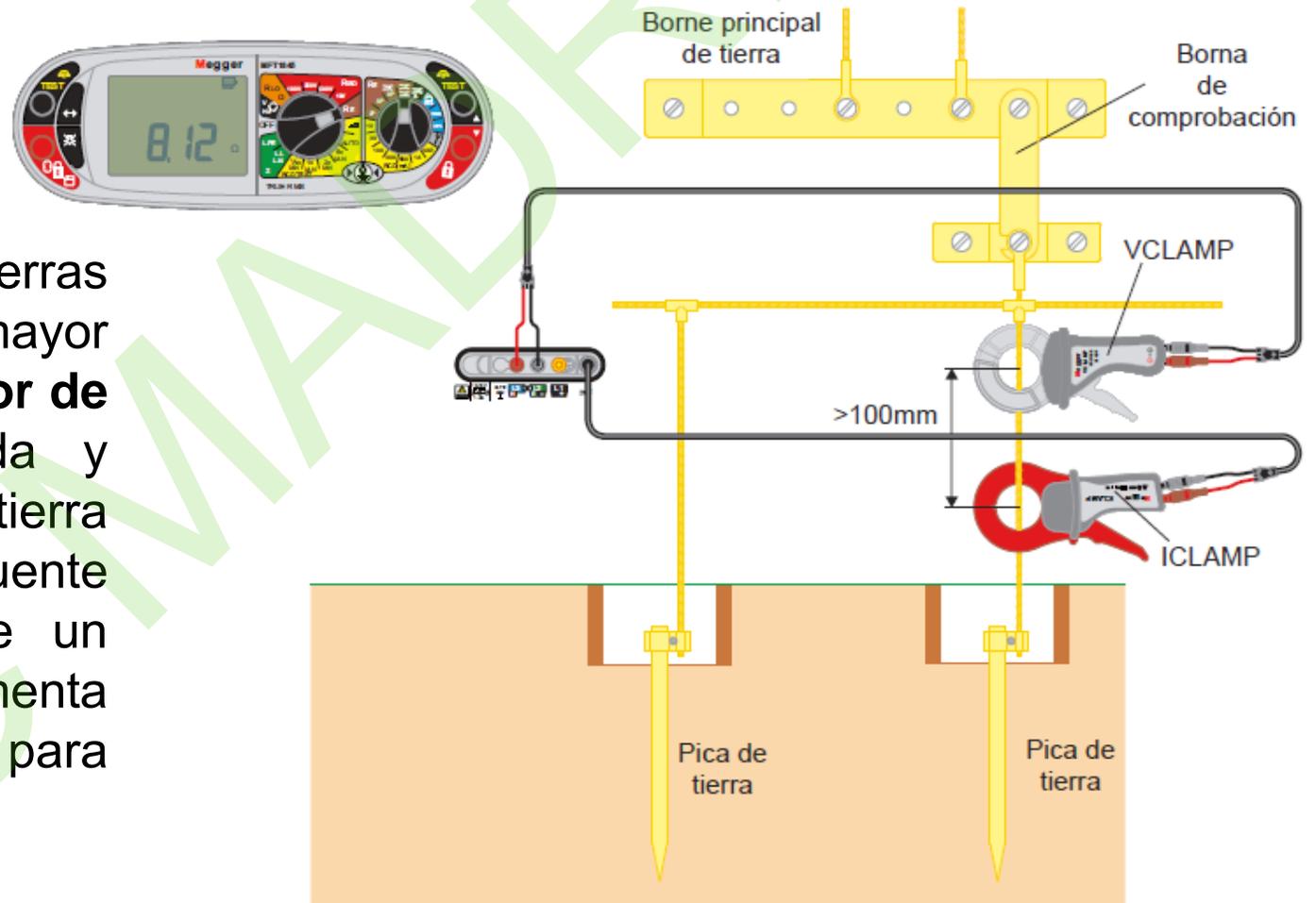
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



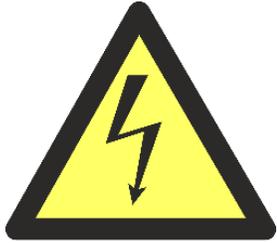
¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

7.- Método con dos pinzas y sin electrodos auxiliares.

Este método Solo es valido para tierras malladas o multielectrodos, su mayor ventaja es que permite medir **el valor de cada electrodo** de forma rápida y segura, realizando la medición de tierra sin necesidad de desconectar el puente de comprobación, lo que supone un ahorro de tiempo importante y aumenta la seguridad para la instalación, y para el instalad@r

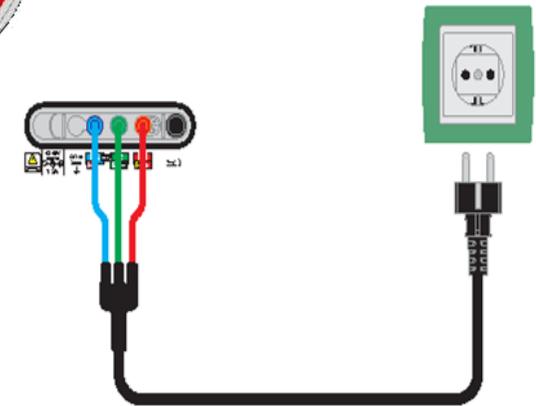


6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



**¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!**

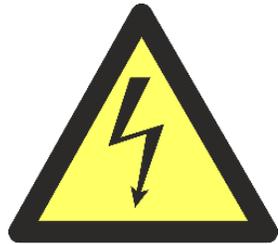
8. Método de resistencia total de tierra (Impedancia de defecto de bucle)



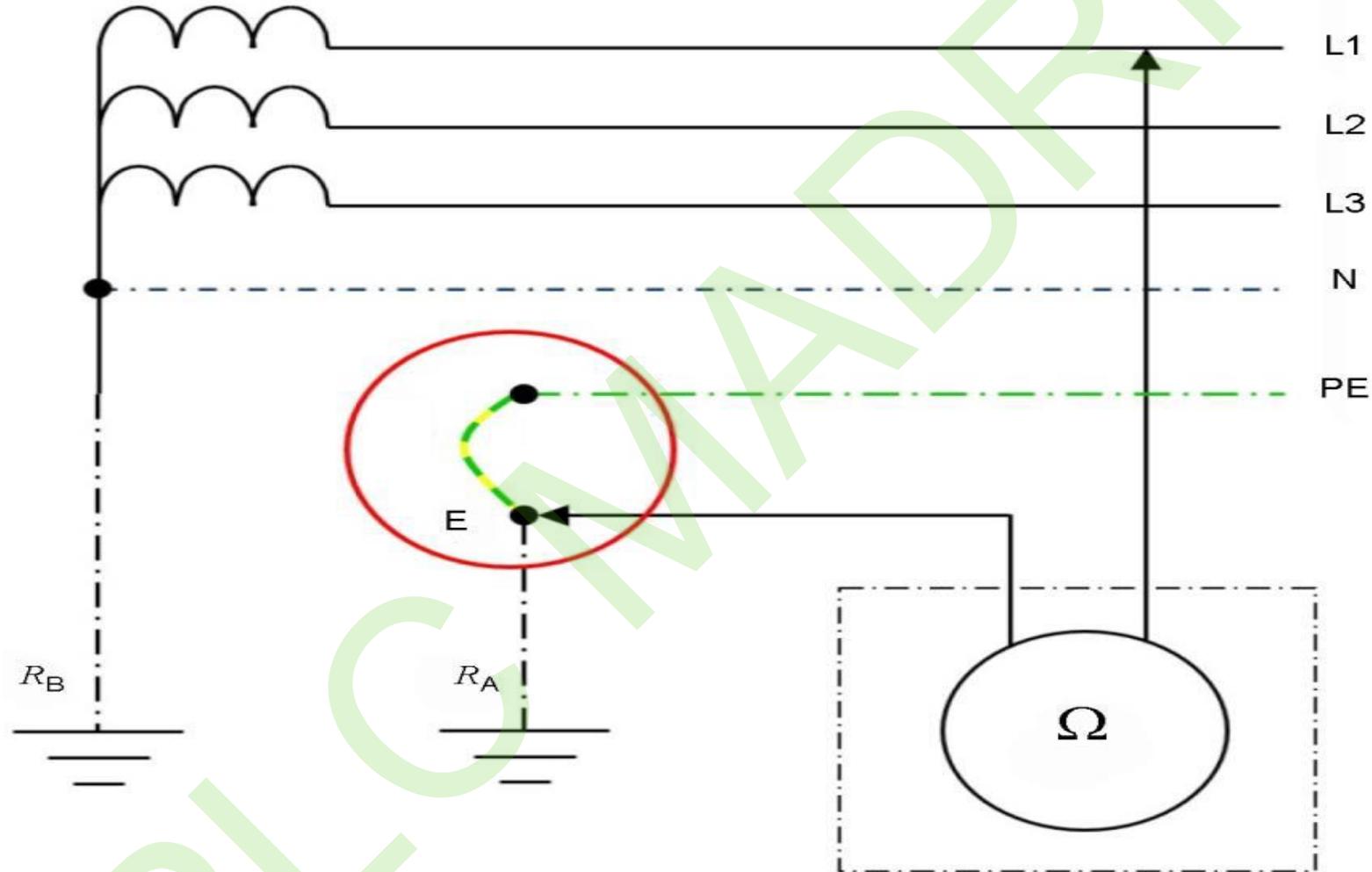
- **Mide la Impedancia de defecto bucle L-PE**
 - La norma UNE HD 60364-6:2016 permite utilizarlo..
 - Es el sistema más empleado por la seguridad y tiempo de ejecución.
 - En el modo **3Lo**, el equipo **No provoca el disparo del diferencial.**
- Atención** “solo debe emplearse en sistemas **TT**”

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

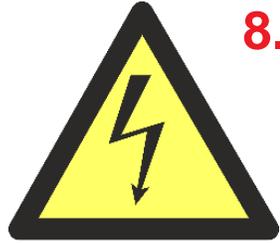
8. Método de resistencia total de tierra (Impedancia de defecto de bucle)



¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!

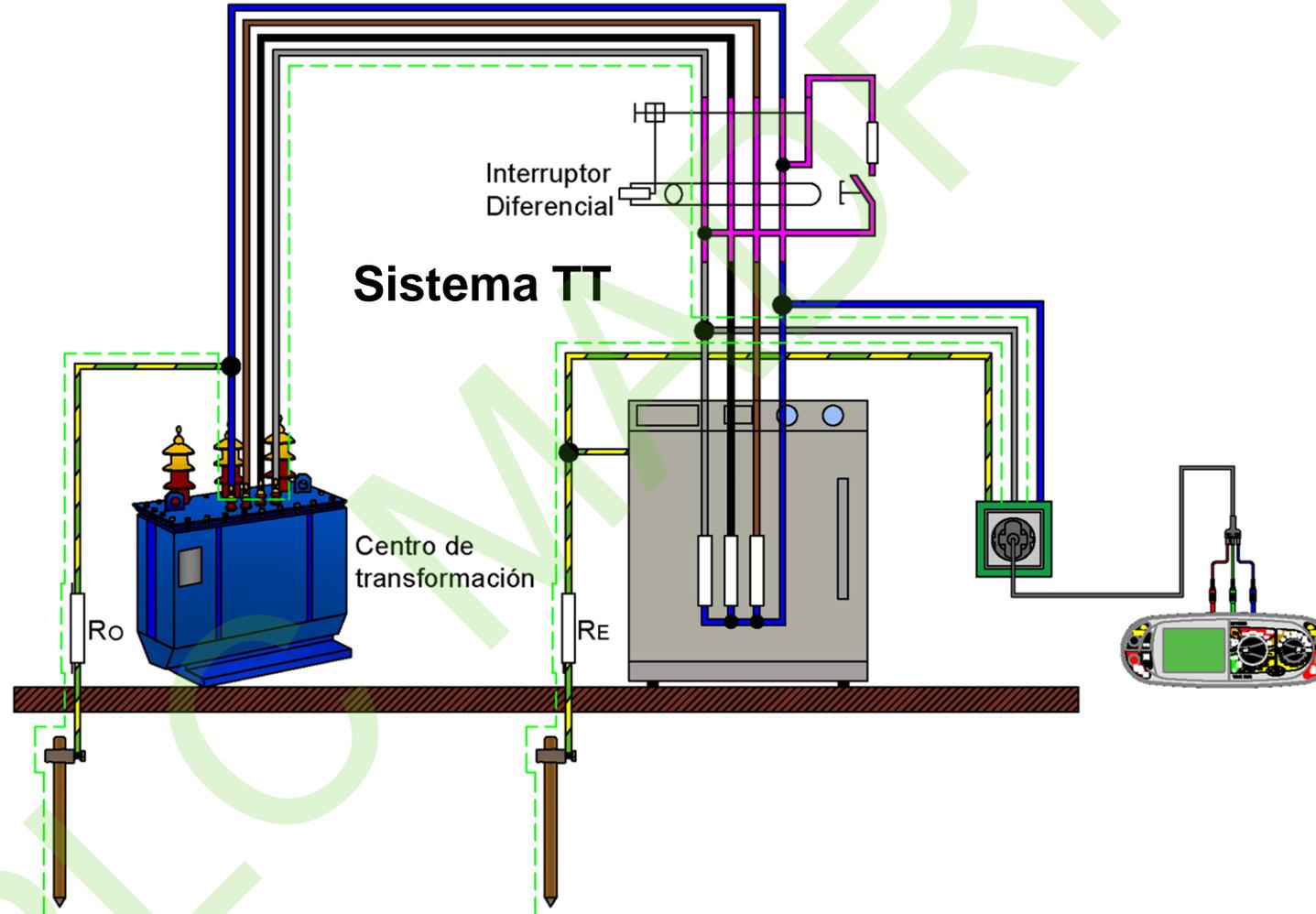


6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



¡INSTALACIÓN
BAJO TENSIÓN!

8. Método de resistencia total de tierra (Impedancia de defecto de bucle)



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

8. Método de resistencia total de tierra (Impedancia de defecto bucle)

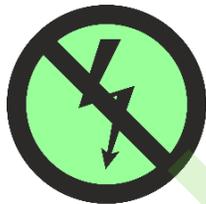
- La norma UNE HD 60364-6:2016, admite el empleo de equipos de medición de la impedancia de defecto de bucle para calcular la resistencia del electrodo de puesta a tierra en sistemas TT.
- El resultado que se obtiene de este ensayo puede tomarse como una aproximación razonable de la resistencia del electrodo de puesta a tierra.
- Para obtener mayor precisión, la norma recomienda que el ensayo debería realizarse en el lado activo del interruptor general con la alimentación de la instalación desconectada y con el conductor de tierra desconectado temporalmente desde el borne principal de tierra.
- Al realizar este ensayo aguas arriba del diferencial, el MFT 1845 realiza esta prueba en el **modo 2Hi**, inyectando una corriente de prueba elevada, ello permite una medición más precisa que con el modo 3Lo, evitando de esta forma posibles ruidos de la red. Megger dispone de un sistema de confianza patentado que permite hacer todos estos ensayos con total garantía, mostrando el grado de incertidumbre de la medida en pantalla.

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C

La norma UNE HD 60364-6:2016, permite su empleo

Se utiliza para medir la resistencia de tierra en instalaciones en funcionamiento, **donde existen Tierras malladas o electrodos múltiples** de puesta a tierra, como por ejemplo los alumbrados públicos.



¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C

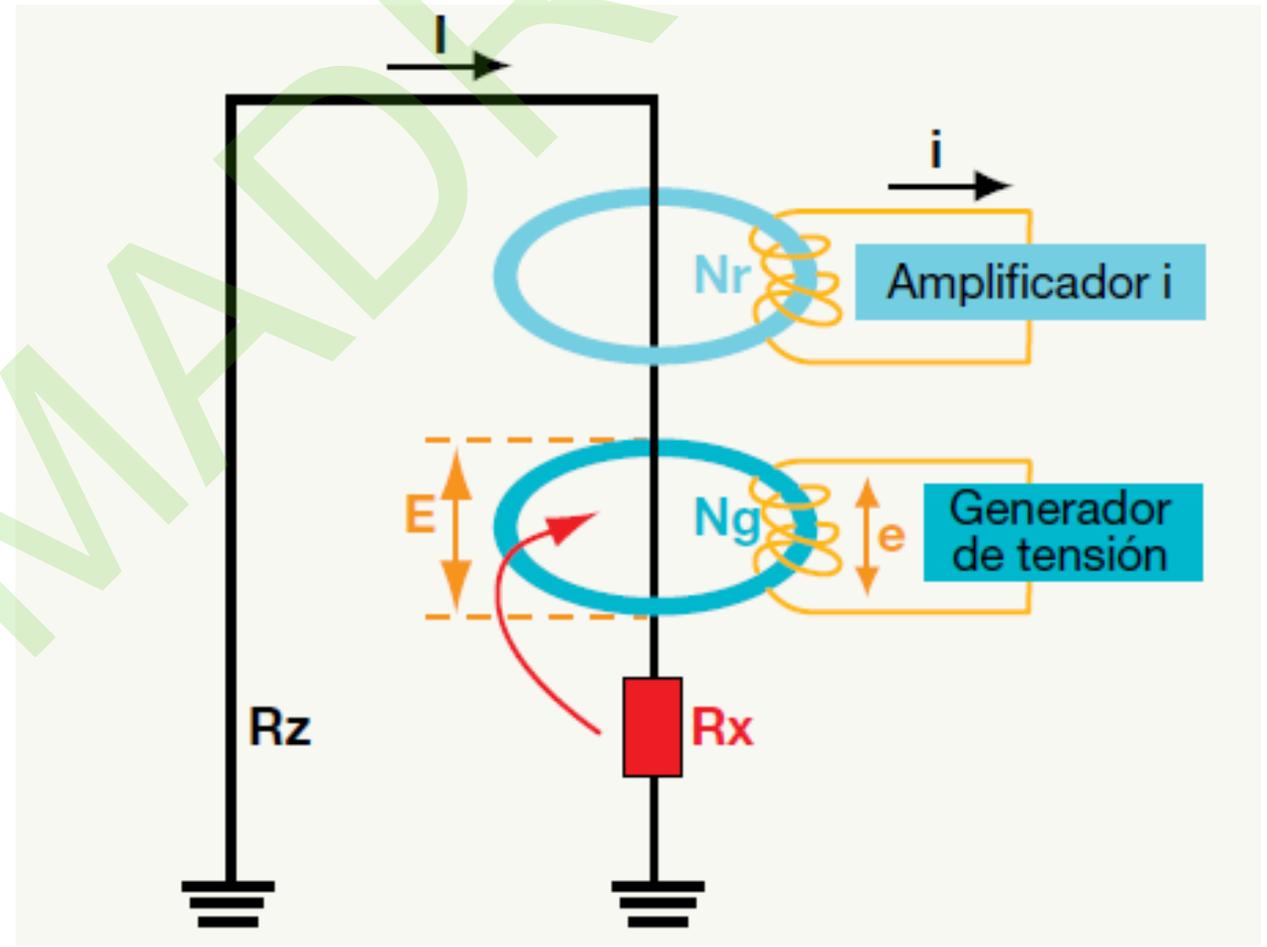
La pinza de tierra tiene la ventaja de poder utilizarse de forma rápida, sencilla y con mucha seguridad, con sólo abrazar el cable conectado a la tierra se conoce el valor de la tierra así como el valor de las corrientes que circulan por él.



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C

- Una pinza de tierra consta de dos devanados, un devanado “generador” y un devanado “receptor”.
- - El devanado “generador” de la pinza induce una tensión alterna a nivel constante E entorno al conductor abrazado; una corriente $I = E / R$ que circula entonces a través del bucle resistivo.
- - El devanado “receptor” mide esta corriente.
- - Conociendo E e I , se deduce la resistencia de bucle

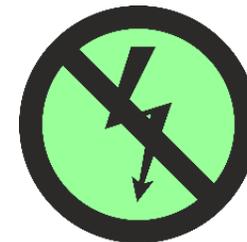




6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C

DET24C es un probador de resistencia de tierra tipo pinza avanzada que establece nuevos estándares en cuanto a acceso, funciones, operación simple y **seguridad**. Es la forma más sencilla de medir tierras en sistemas con múltiples electrodos. Para evitar las corrientes parásitas y conseguir una medida más precisa, la pinza de tierra utiliza una frecuencia de medida particular.



¡INSTALACIÓN
SIN TENSION!

Megger[®]

6. Medida de la resistencia de puesta a tierra



¡INSTALACIÓN
SIN TENSIÓN!

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C

El sistema es rápido y seguro.

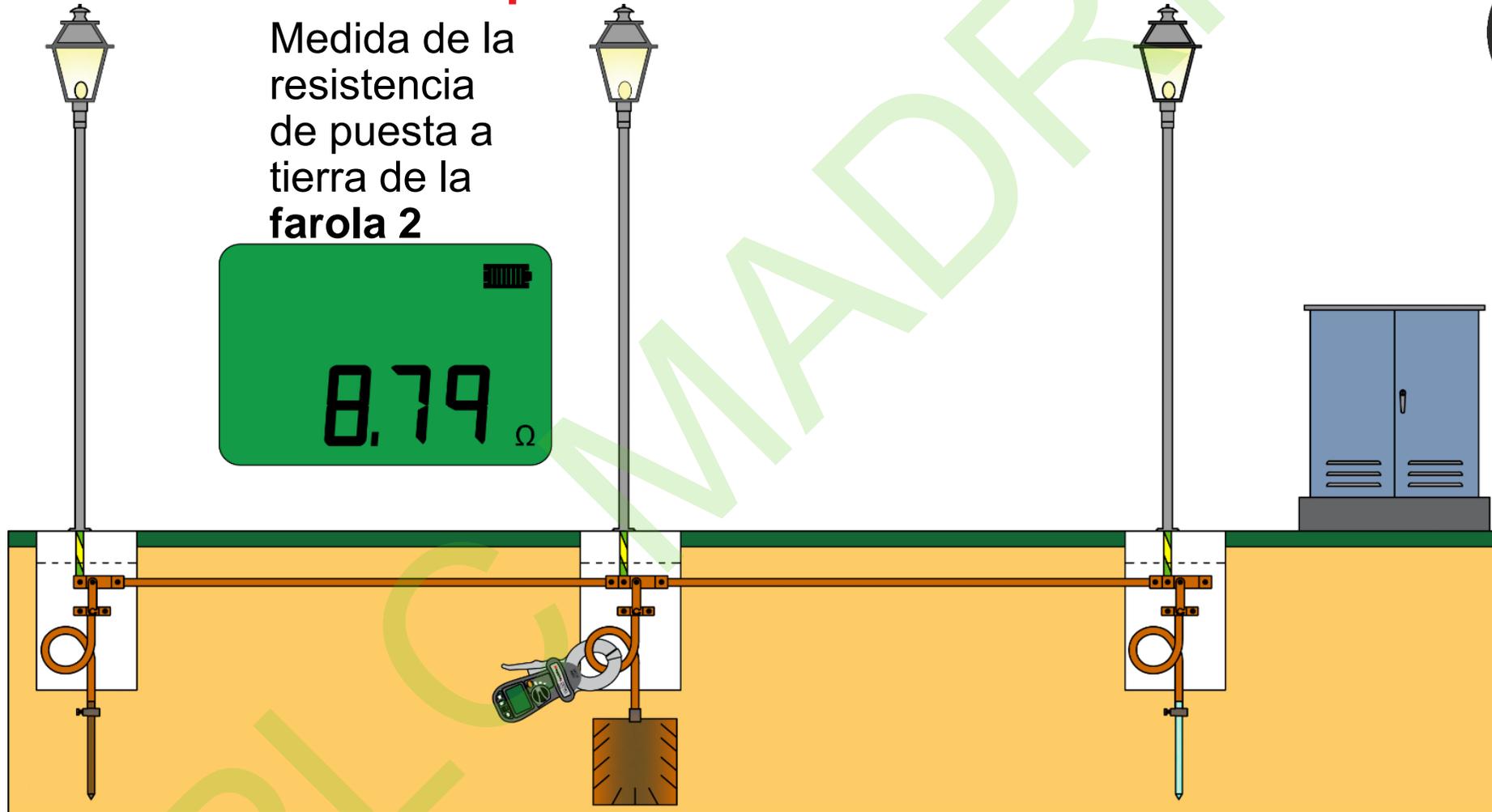
Este método se aplica directamente a esquemas TN y en puestas a tierra malladas de **esquemas TT**. Se utiliza en alumbrados exteriores, centros de transformación, torretas, etc.

Medida de la resistencia de puesta a tierra de la farola 1



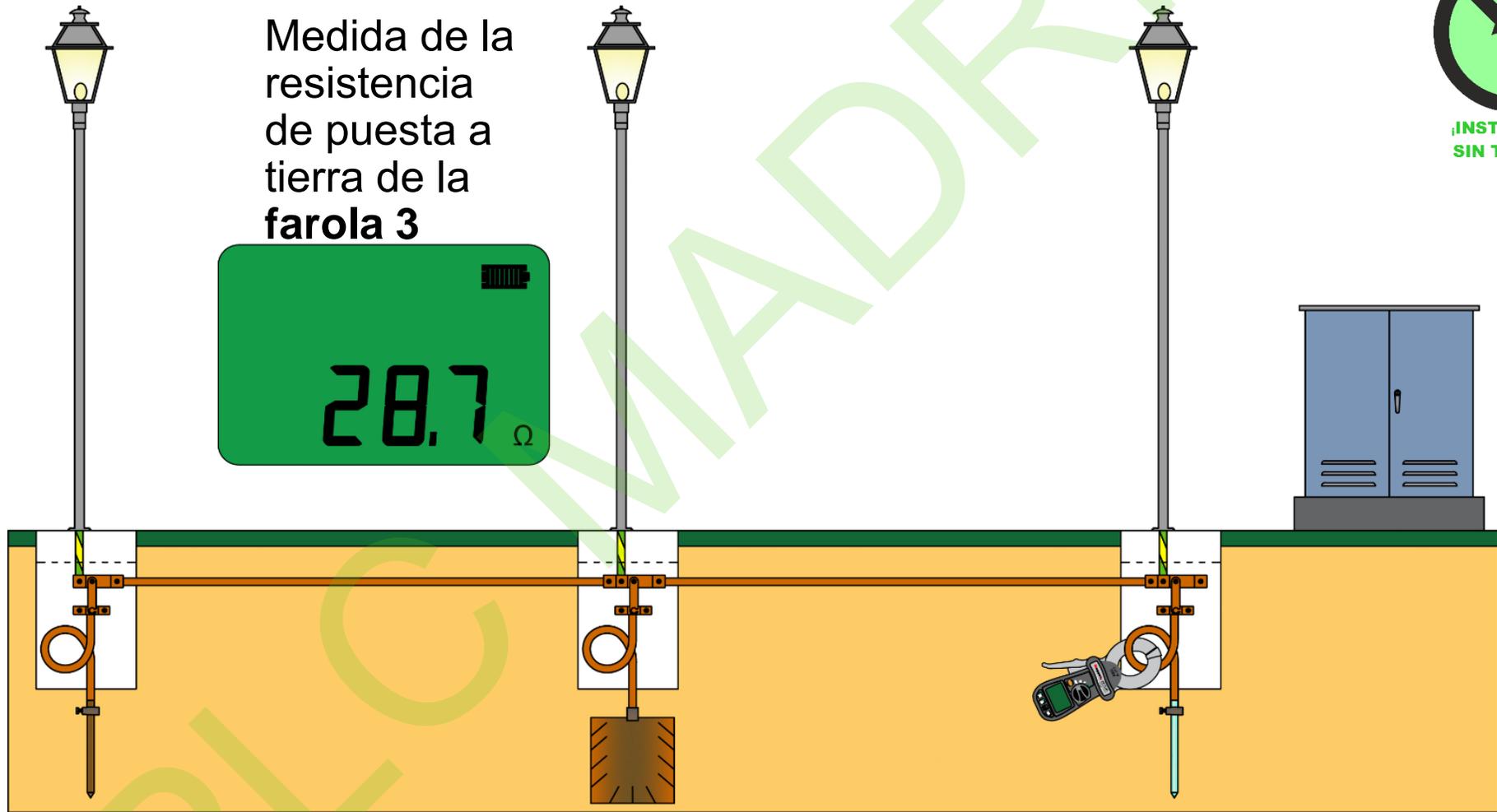
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C



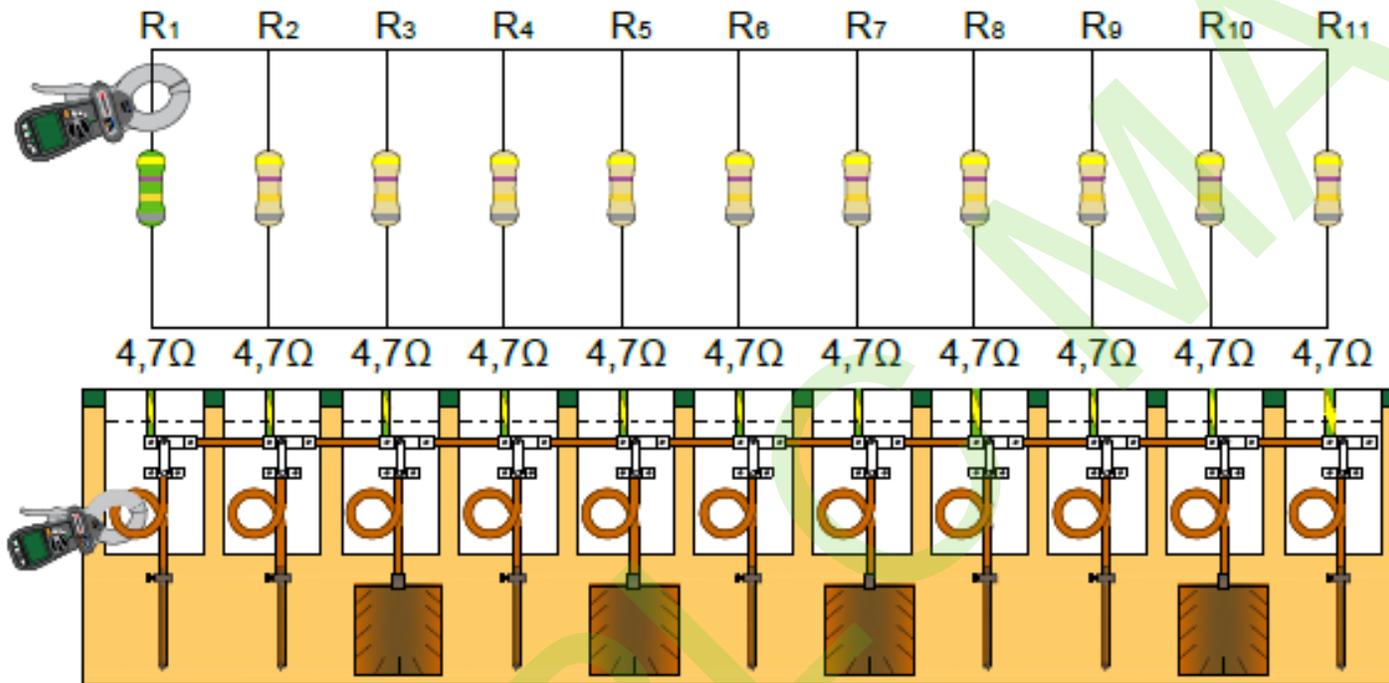
6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C

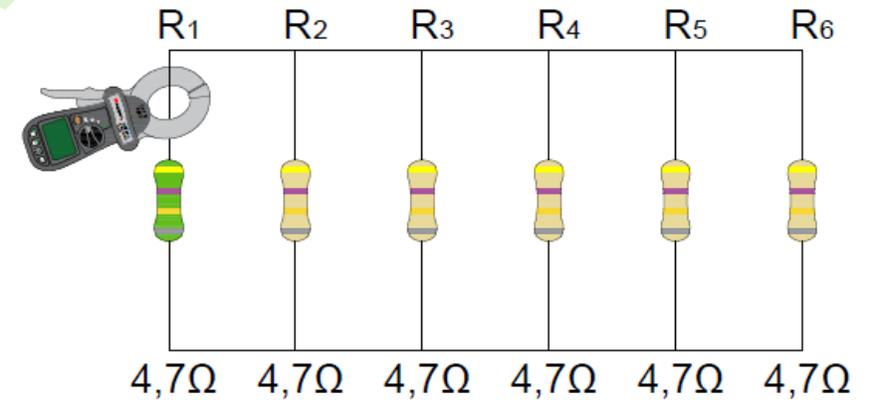
5.17 Ω

$$R_{\text{bucle}} = R_1 + (R_2 // R_3 \dots // R_{11}) = 4,7 + 0,47 = 5,17 \Omega$$

$$R_{\text{bucle}} = R_1 + (R_2 // R_3 \dots // R_6) = 4,7 + 0,99 = 5,69 \Omega$$

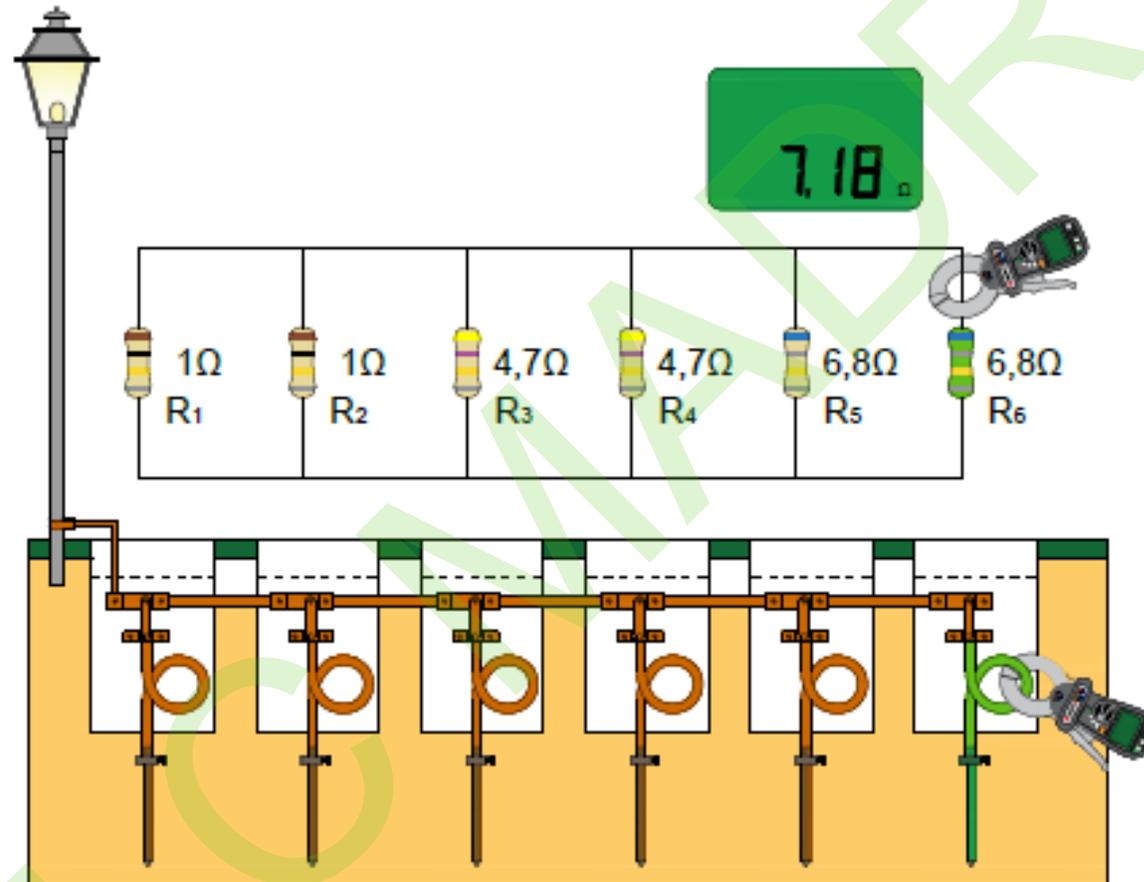


5.69 Ω



6. Medida de la resistencia de puesta a tierra

9.- Método de medida con pinza medidora de tierras DET24C



$$R_{\text{bucle}} = R_6 + (R_1 // R_2 // R_3 // R_4 // R_5) = 6,8 + 0,38 = 7,18\Omega$$

Próximos Webinars

PARTE 3: (Miércoles 20 Mayo)

**Medición de fugas de corriente y
Prueba de diferenciales**



PARTE 4: (Miércoles 12 Junio)

**Medida de impedancia de bucle,
secuencia fases y continuidad del
conductor de protección**



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

DATOS DE CONTACTO:

José Moreno Gil.

plcmadrid@plcmadrid.es

www.plcmadrid.es

TI: 91 366 00 63



PLC MADRID, S.L.U

Distribuidor oficial Megger.

PLC Madrid es una Sociedad con más de 30 años de experiencia, que presta servicios a nivel nacional a empresas instaladoras y **profesionales del sector eléctrico.**



Megger.