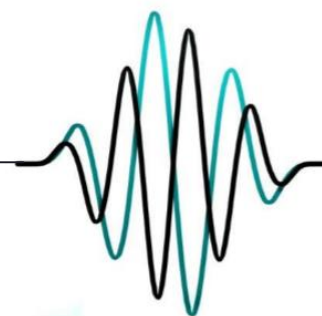




INSPT
UTN

LABORATORIO DE MEDICIONES



LIC. PROF. RICARDO G. DEFRANCE

Miembro Comité Normas de Concepto – AEA
Miembro Subcomité Medición de la Resistencia de PAT - IRAM

MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

PARTE I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

NORMA IRAM 2281-2 AEA 95501-2 PUESTA A TIERRA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS

Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra

NORMAS Y REGLAMENTACIONES

- Norma IRAM 2281- 1- Consideraciones Generales
- Norma IRAM 2281- 2- Mediciones
- Norma IRAM 2281- 3- Instalaciones
- Norma IRAM 2281-4 Puesta a tierra de sistemas eléctricos. mayores de 1 kV. Parte 4 - Código de práctica.
- Norma IRAM 2281-8 Puesta a tierra de soportes y artefactos para uso eléctrico en la vía pública con tensiones nominales menores o iguales a 1 kV. Código de práctica.
- Reglamento AEA 90364-7-771. Anexo 771-C “Instalaciones de Puesta a Tierra”.
- Res. SRT 900/2015: “Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral”



INSPT
UTN

DEFINICIONES

MASA ELÉCTRICA (en una instalación); parte conductora accesible o expuesta. (AEA 91140) Parte conductora de un equipo o material eléctrico, susceptible de ser tocada y que normalmente no está con tensión o activa, pero puede ponerse bajo tensión o hacerse activa cuando la aislación básica falta o falla.

PUESTA A TIERRA: Conjunto de todos los medios y disposiciones para conectar o poner a tierra.

INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA (AEA 91140); conjunto de interconexiones eléctricas y dispositivos involucrados en la puesta a tierra de una red, de una instalación o de un componente o equipo eléctrico.



INSPT
UTN

CONDUCTOR DE (PUESTA A) TIERRA (CPT) AEA 91140 – Conductor que proporciona un camino conductor, o parte de un camino conductor, entre un punto dado de una red, de una instalación o de un componente eléctrico y una toma de tierra o una red de tomas de tierra.

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN (PE) AEA 91140 – Conductor previsto con fines de seguridad, por ejemplo protección contra choques eléctricos

NOTA: En una instalación eléctrica, el conductor identificado como PE es normalmente también considerado como conductor de puesta a tierra.

La medición consiste en determinar el valor de RESISTENCIA **que existe entre la jabalina y su entorno** (tierra de relleno). Es de importancia que el valor de dicha resistencia se encuentre por debajo de valores recomendados en el Reglamento AEA 90364-7-771. **El valor debe ser como máximo de 40 Ohm**, para una protección diferencial de 30 mA. Se recomienda obtener valores por debajo de los 10 Ohm.

VEI 195-01-11

Puesta a tierra de protección: es la puesta a tierra de uno o más puntos de una red, de una instalación o de un equipo o material por razones de seguridad eléctrica.

VEI 195-01-13

Puesta a tierra de servicio: es la puesta a tierra de uno o más puntos de una red, de una instalación o de un equipo o material por razones *distintas* a las de seguridad eléctrica.



INSPT
UTN

RESISTENCIA

$$R = \rho \frac{l}{s} \quad [\Omega]$$

$$Cu: \quad \rho = \frac{1}{58} \left[\frac{\Omega \text{ mm}^2}{m} \right]$$

$$Al: \quad \rho = \frac{1}{35} \left[\frac{\Omega \text{ mm}^2}{m} \right]$$

OBJETO DE LA PUESTA A TIERRA

El objetivo es limitar la tensión, que con respecto a tierra, pueden presentar las masas metálicas.

Limitar la tensión de cualquier elemento respecto a tierra

Se asocia al concepto de **EQUIPOTENCIALIDAD**

REGLAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

1- LAS PARTES ACTIVAS PELIGROSAS NO DEBEN SER ACCESIBLES, NI EN CONDICIONES NORMALES, NI EN CONDICIONES DE DEFECTO SIMPLE.

2- LAS MASAS, PARTES METÁLICAS CONDUCTORAS, DEBEN SER PUESTAS A TIERRA.



INSPT
UTN

ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

DEFINICIONES

ELECTRODOS DISPERSORES O DE PUESTA A TIERRA. Conductores introducidos en el suelo y conectados eléctricamente al suelo mediante una unión íntima, conductora de corriente, tales como jabalinas, cables, alambres, etc. o conductores embutidos o embebidos en hormigón que están en contacto íntimo con el suelo en una superficie grande. Las partes desnudas (no aisladas) de las conexiones enterradas, se consideran como partes integrantes del electrodo dispersor.

ELECTRODOS ESPECÍFICOS (O ARTIFICIALES). Son los preparados específicamente para la instalación de puesta a tierra.



INSPT
UTN

ELECTRODO

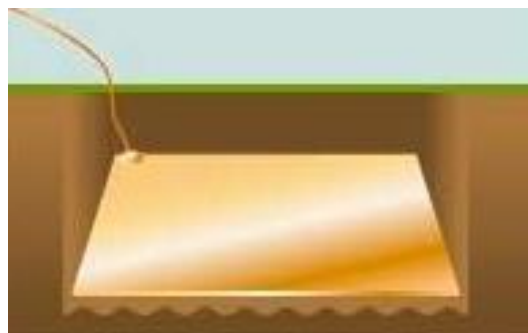
ESBELTO



MALLA



PLACA



ESQUEMAS DE CONEXIÓN

- TEMA QUE ESTÁ FUERA DEL ALCANCE DEL CURSO -

1- TT \longrightarrow 10 Re

2- TN-S

3- TN-C

4- IT

$$Re = \frac{l}{Ln \left(\frac{l}{d} \right)}$$

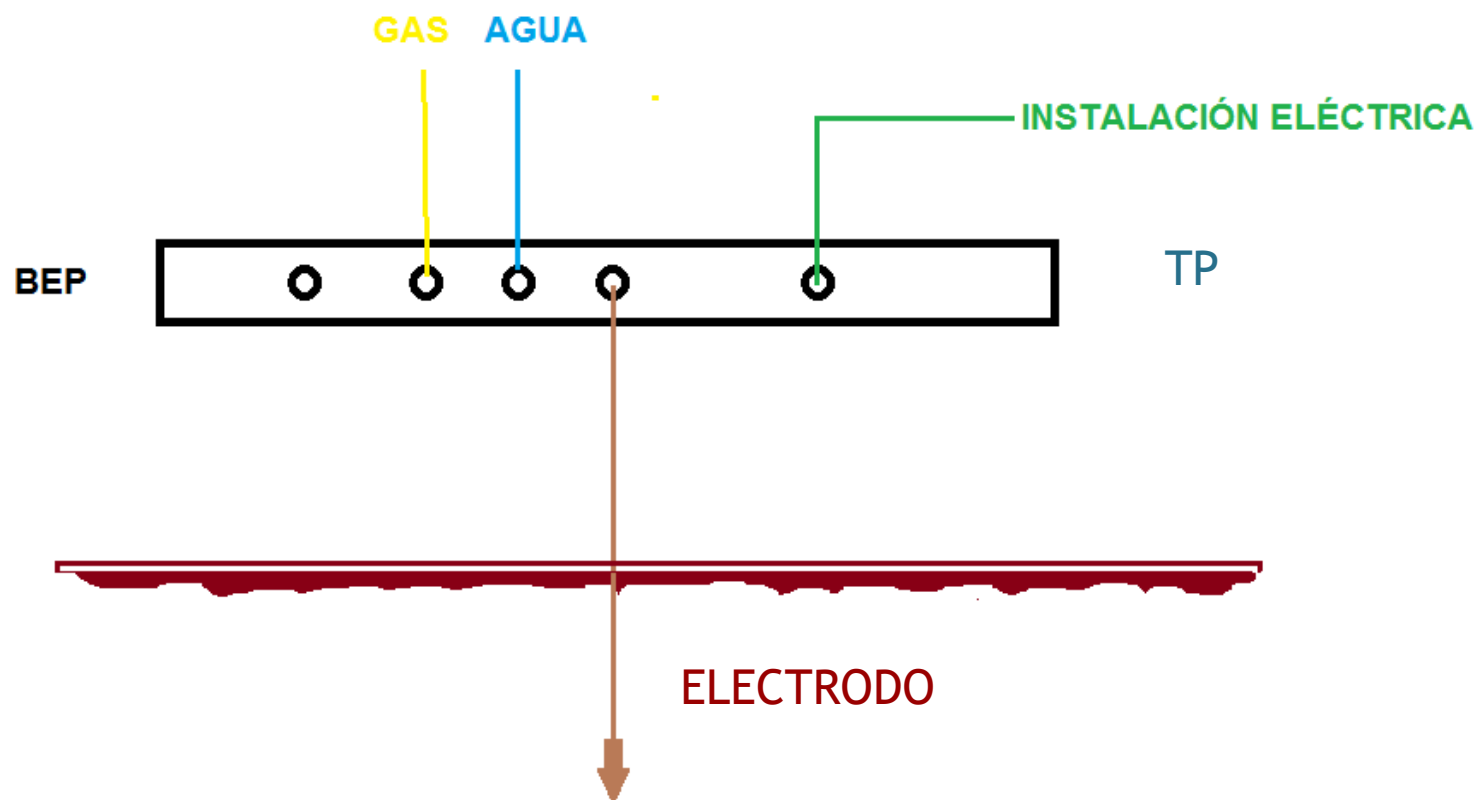
Se recomienda verificar los distintos tipos de esquemas de conexión a tierra en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364-7-771, punto 771.3 “Esquemas de Conexión a Tierra”.

El esquema de conexión exigido en territorio Argentino es el “**ESQUEMA TT**”. Este esquema posee un punto de la alimentación (desde el neutro del transformador de distribución y el neutro en la red de distribución), conectado a tierra (tierra de servicio) y luego todas las masas de cada usuario, está conectado a una tierra independiente (tierra de protección).



INSPT
UTN

EQUIPOTENCIALIDAD



VINCULACIÓN GALVÁNICA





INSPT
UTN

VINCULACIÓN GALVÁNICA





INSPT
UTN

MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE CONTACTO





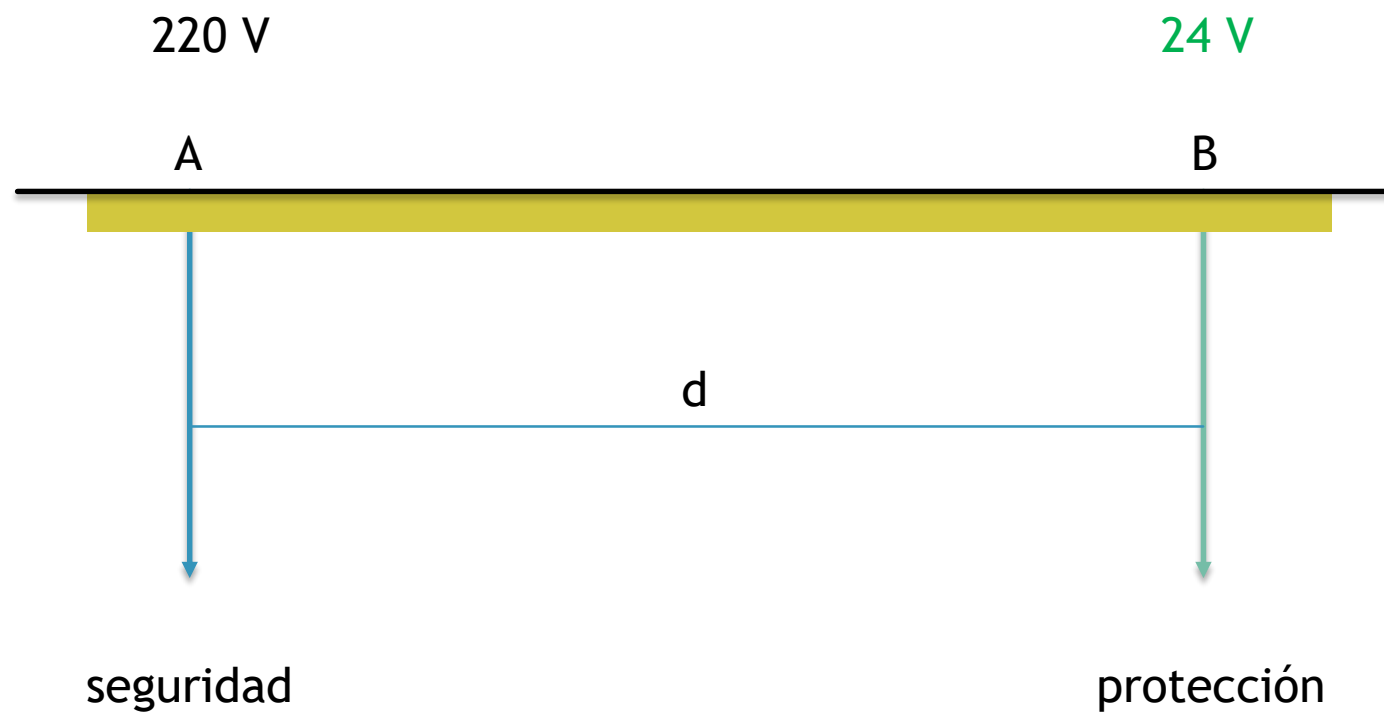
INSPT
UTN

INSTRUMENTO





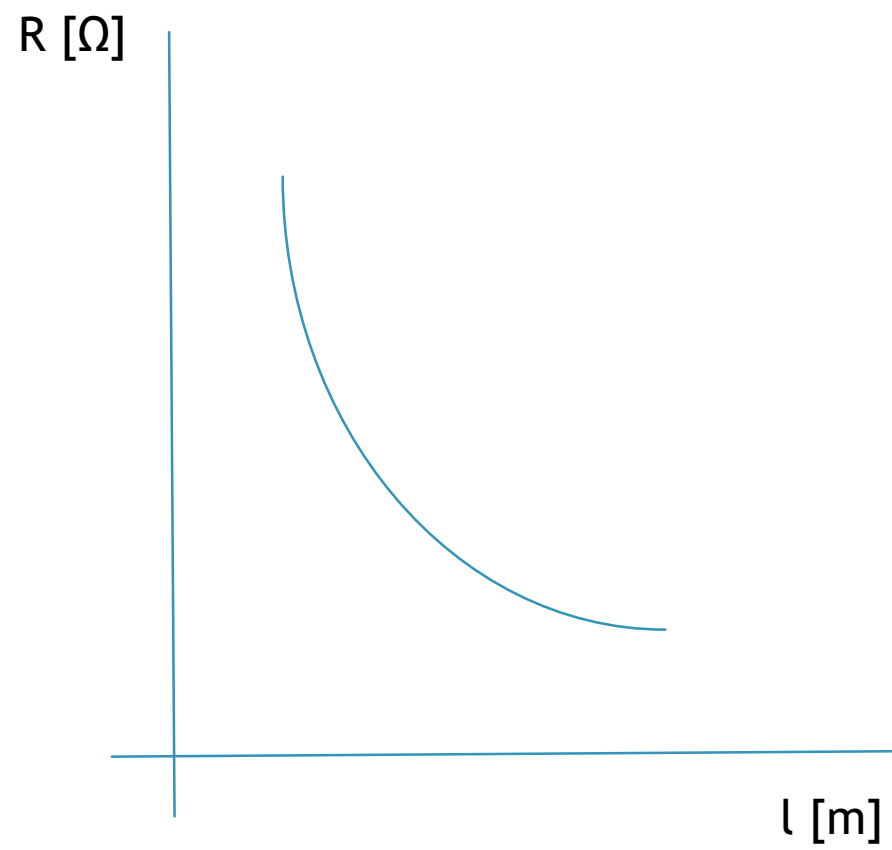
INSPT
UTN





La **resistencia** ofrecida al paso de la corriente eléctrica a través de un electrodo hacia el suelo tiene tres componentes principales:

1. **Resistencia del electrodo** (metal): La cual es despreciable en comparación con el ítem 3.
2. **Resistencia de contacto entre el electrodo y el suelo.** Se puede despreciar si el electrodo está exento de cualquier cubierta aislante como tintas, pinturas, grasa, etc; y si la tierra está bien compactada en la zona de contacto de sus paredes.
3. **Resistencia de la tierra circundante:** ésta es la componente que determina el valor de la resistencia de una puesta a tierra y depende básicamente de la resistividad del suelo y de la distribución de la corriente proveniente del electrodo.



LEY DE OHM PUNTUAL

POTENCIAL ELÉCTRICO

$$E = \rho \cdot J \quad (1)$$

ρ = coeficiente de resistividad del terreno

$$J = \frac{I}{A} \quad (2)$$

$A = 2\pi \cdot r^2$ *superficie semiesfera*

Reemplazando (2) en (1), queda:

$$E = \rho \cdot J = \rho \cdot \frac{I}{2\pi \cdot r^2} \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \frac{dV}{dr} = \frac{I}{2\pi \cdot r^2} \cdot \rho$$

$$dV = \int_l^\infty \frac{I}{2\pi \cdot r^2} \cdot \rho \cdot dr$$

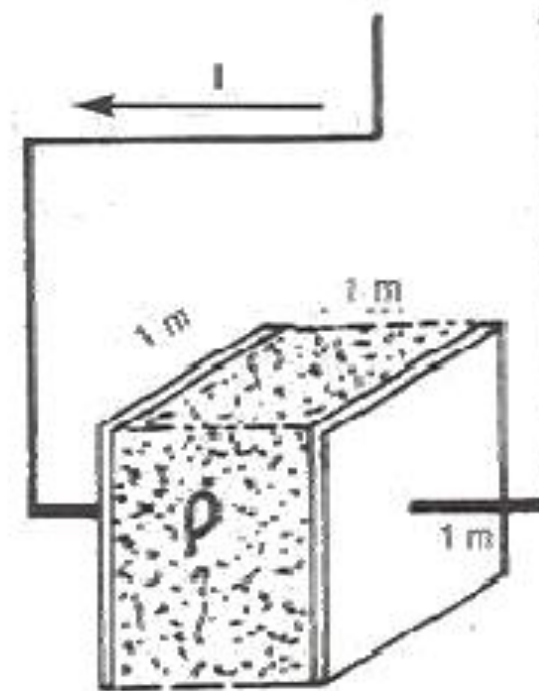
$$\frac{dV}{I} = \int_l^\infty \frac{\rho}{2\pi \cdot r}$$

$$R = \int \frac{\rho}{2\pi \cdot r}$$

$$R = \frac{\rho}{2\pi \cdot r} [\Omega]$$

RESISTIVIDAD DEL TERRENO

La **resistividad del terreno** es la resistencia que presenta al paso de la corriente un cubo de terreno de 1 metro de arista. Se mide en $\Omega \text{ m}$ y se representa con la letra ρ



La **resistividad del terreno** depende de su naturaleza, estratigrafía (capas de distinta composición), contenido de humedad, salinidad y temperatura. La resistividad de un terreno se ve afectada por las variaciones estacionales.

Por otro lado, a medida que aumenta el tamaño de las partículas aumenta el valor de la resistividad, por ello la grava tiene mayor resistividad que la arena, y ésta mayor resistividad que la arcilla. La resistividad se ve asimismo afectada por el grado de compactación, disminuyendo al aumentar ésta.

NATURALEZA DEL TERRENO	Resistividad en $\Omega \cdot m$
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica.	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500



Bibliografía

Esquema A 13 – NORMA IRAM 2281-2 AEA 95501-2 PUESTA A TIERRA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS – Guía de mediciones de magnitudes de puesta a tierra.

LABORATORIO DE MEDICIONES ©2020
UTN-INSPT
LIC. PROF. RICARDO DEFRANCE
ricardo.defrance@inspt.utn.edu.ar