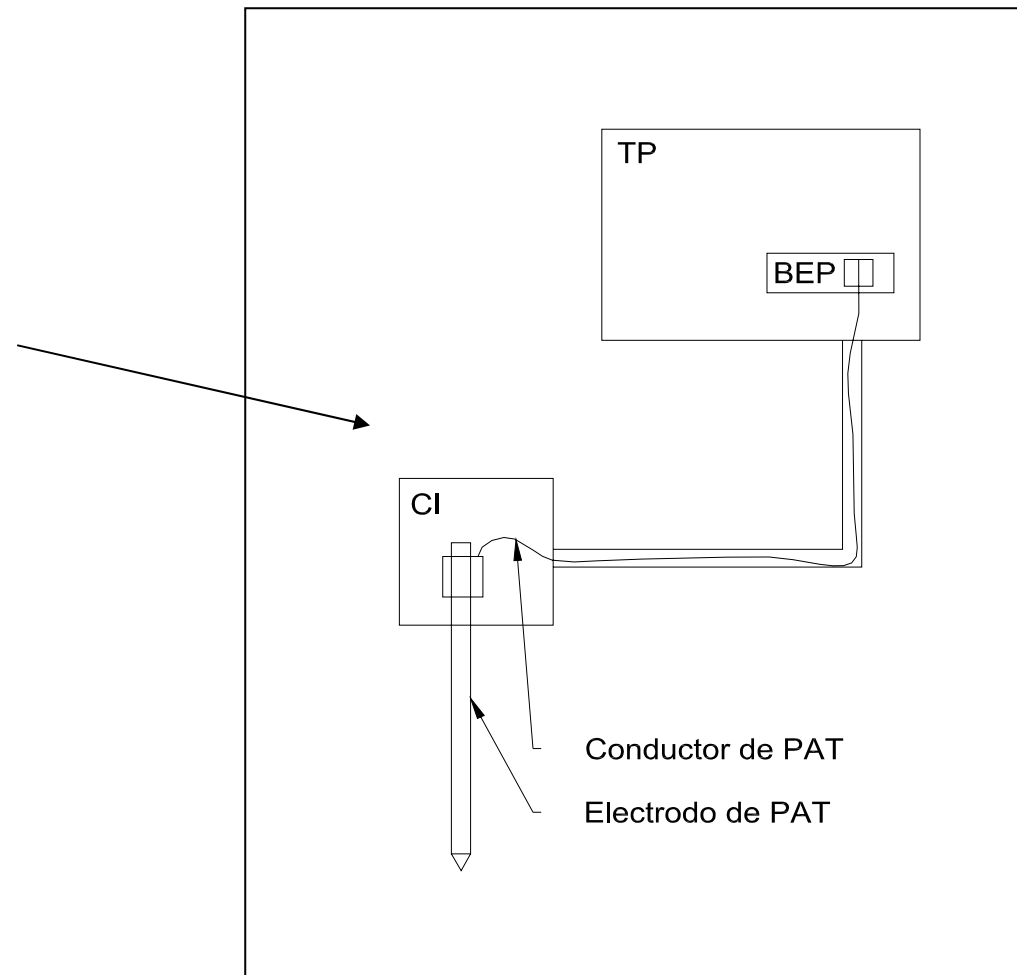


Tema a Desarrollar

Características del sistema de PAT – (771.18.5)

Características del sistema de PAT – (771.18.5)

Sistema de Puesta a Tierra de Protección



Características del sistema de PAT – (771.18.5)

- El ECT exigido en instalaciones para viviendas, oficinas o locales (unitarios) es el TT.
- La toma a tierra de protección:
 - Está formada por los elementos que permiten vincular con tierra al conductor de protección.
 - Deberá realizarse de acuerdo a lo prescripto en el Anexo 771-C.
 - Las uniones enterradas deberán realizarse con soldadura cuproaluminotérmica, o si los elementos a unir tienen la misma sección, podrán utilizarse métodos de unión por compresión oval o hexagonal.
 - Los valores de resistencia deberán respetar lo establecido en 771.3.3.1 ($R_{pat} = 40\Omega$ máx.).
 - Se deberá ubicar a una distancia superior a 10 Re de la toma a tierra de servicio.



13-Puesta a Tierra



Disertante: Ing. Horacio Dagum – COPAIPA 2011



Características del sistema de PAT – (771.18.5)

- El conexionado entre la toma de tierra y el conductor de puesta a tierra deberá efectuarse dentro de una cámara de inspección que permita realizar la transición entre los elementos sin aislación y el conductor de puesta a tierra aislado.
- Dicha cámara constará de una tapa removible y se instalará a NPT en un lugar de fácil acceso para las inspecciones periódicas.



Conductor de Puesta a Tierra – (771.18.5.5)

- El ingreso del conductor de puesta a tierra de la instalación se realizará en el TP.
- De ser imposible, se admite el ingreso por la caja o tablero más cercano a la ubicación de la toma a tierra de protección.
- Su sección nominal mínima deberá seleccionarse de la Tabla 771.18.III (respetando el mínimo de 4mm²).
- Deberá tenderse en forma independiente del PE, aún cuando comparta canalización.

Tabla 771.18.III – Sección nominal mínima de los conductores de puesta a tierra y de protección.	
Sección nominal de los conductores de línea de la instalación “S” [mm ²]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección “S _{PE} ” [mm ²] y del conductor de puesta a tierra “S _{PAT} ”[mm ²]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Conductor de Protección (PE) – (771.18.5.6)

- La puesta a tierra de las partes conductoras accesibles (masas eléctricas) se realizará por medio de un “Conductor de Protección” (PE) de cobre aislado (salvo en bandejas, donde puede ser desnudo) del tipo IRAM NM247-3, IRAM 2178, IRAM 62266 o IRAM 62267.
- Recorrerá íntegramente la instalación desde la Barra Principal de Tierra (BPT), salvo los circuitos secundarios de MBTS.
- Su sección se determinará con la Tabla 771.18.III y su sección mínima será de 2.5mm².
- El PE no deberá interrumpirse en ningún punto, salvo en los cambios de sección en tableros y en los empalmes.
- En cada caja o gabinete metálicos, se derivará una conexión desde el PE a la caja o gabinete en cuestión, sin cortar el conductor PE.
- Está PROHIBIDA la conexión de masas en serie (guirnalda).
- El color del PE será Verde-Amarillo.

Conexión de la masas eléctricas – (771.18.5.7)

- Se realizará la conexión de toda caja metálica, canalizaciones metálicas, los tableros, luminarias, tomacorrientes y equipos al PE mediante una derivación que respetará los criterios de sección del PE.
- Si poseen bornera de conexión, el borne de tierra deberá estar identificado.
- Los gabinetes y cajas de material aislante no deberán ponerse a tierra.
- Las conexiones de los PE en tableros deben hacerse en barra o juegos de bornes, ocupando un borne por cada conductor.
- Si el borne o barra no posee un morseto adecuado, deberán utilizarse terminales.

Bornes de Paso para Circuitos Eléctricos Serie UKM Amarillo-Verde



Conexión de la masas eléctricas – (771.18.5.7)

APARATOS DE CONEXIÓN FIJA

- La conexión a aparatos de conexión fija puede hacerse de varias formas:
 - Si el PE forma parte del cable de alimentación multipolar, se deberá usar el Verde-Amarillo.
 - Si la alimentación es con conductores por una canalización, el PE será un conductor de Cu aislado V-A.
 - Si se alimenta con un multipolar que no incluye el PE, se deberá canalizar la alimentación agregando el PE.
- Si el cable multipolar no tiene un conductor V-A, se deberá identificar el PE con cinta bicolor V-A o anillos con el símbolo de tierra o la sigla “PE”.



Conexiones equipotenciales – (771.18.5.8)

- Todo edificio debe igualar el potencial (equipotencializar) todas las masas presentes en el mismo.
- Las conexiones equipotenciales, evitan tensiones de contacto entre elementos metálicos, así como los arcos disruptivos.
- Las conexiones equipotenciales se clasifican en:
 1. Conexión equipotencial principal.
 2. Conexión equipotencial suplementaria.
 3. Conexión equipotencial para la protección contra descargas atmosféricas.

Conexión equipotencial principal

- Todo edificio debe contar con un sistema de equipotencialización principal.
- El sistema estará conformado por una barra de equipotencialización principal (BEP) donde se conectarán los siguientes elementos:
 - a) El conductor de PAT desde el/los electrodos.
 - b) Barra principal de tierra (si es que no coincide con la BEP).
 - c) Los conductores PE (sólo cuando la BEP coincide con la barra principal de tierra).

A través de conductores de equipotencialización principal y suplementarios (CEP y CES):

- d) La estructura metálica del edificio.
- e) Canalizaciones no eléctricas (agua, gas, desagües, etc.).
- f) Canalizaciones de otros servicios (ductos de aire acondicionado).
- g) La estructura metálica del Hº Aº del edificio.
- h) Guías de ascensores.
- i) Pantallas metálicas de los cables de telecomunicaciones, señales y datos.
- j) DP contra sobretensiones (descargadores).

Conexión equipotencial suplementaria (o local)

- Es para instalaciones en las que la impedancia del lazo de falla no es lo suficientemente baja como para asegurar la protección por desconexión automática de la alimentación.
- En general esto puede darse, en edificios grandes y con longitudes importantes en los circuitos.

AEA 90364 – Parte 7 – Sección 771 – Viviendas, oficinas y locales (unitarios)

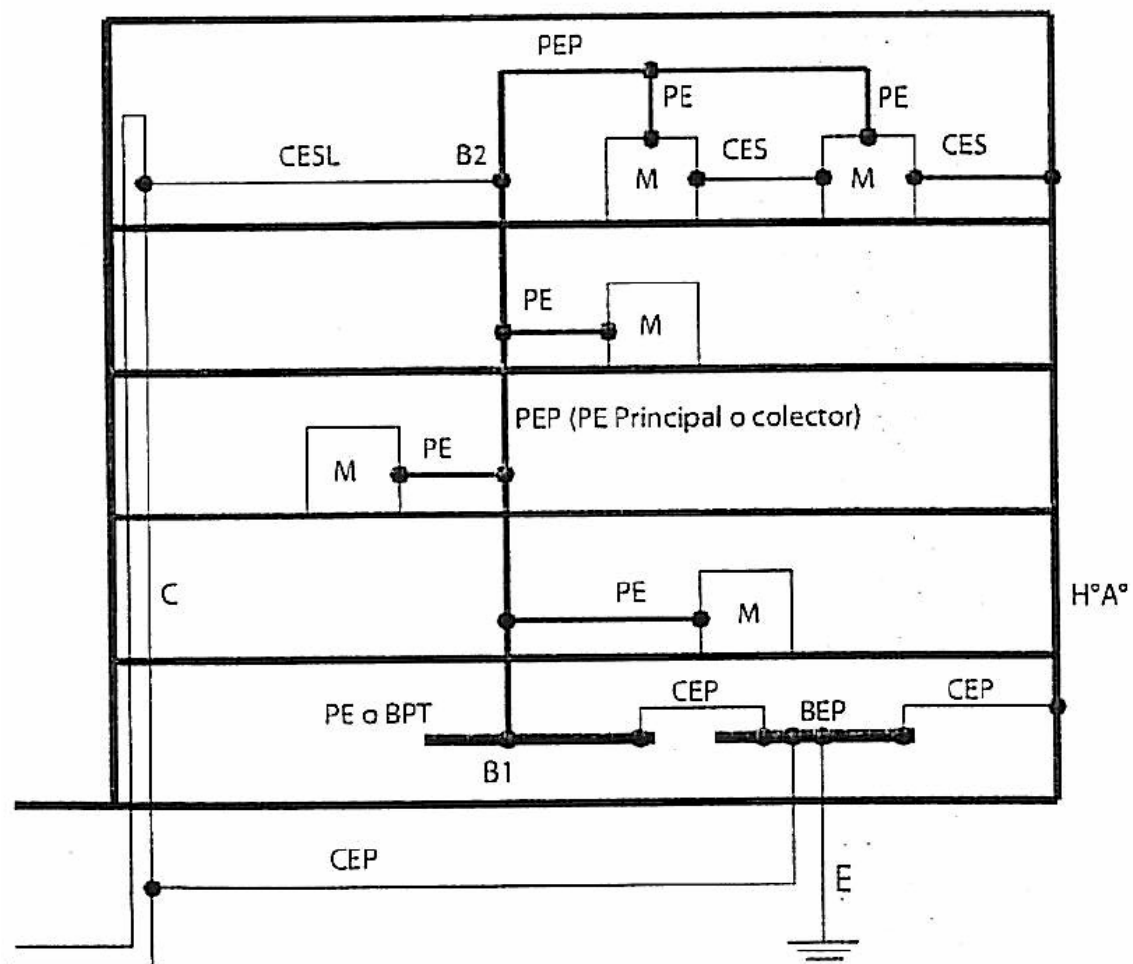


Figura 771.18.C – Ejemplo de equipotencialización

AEA 90364 – Parte 7 – Sección 771 – Viviendas, oficinas y locales (unitarios)

En la figura anterior cada abreviatura significa:

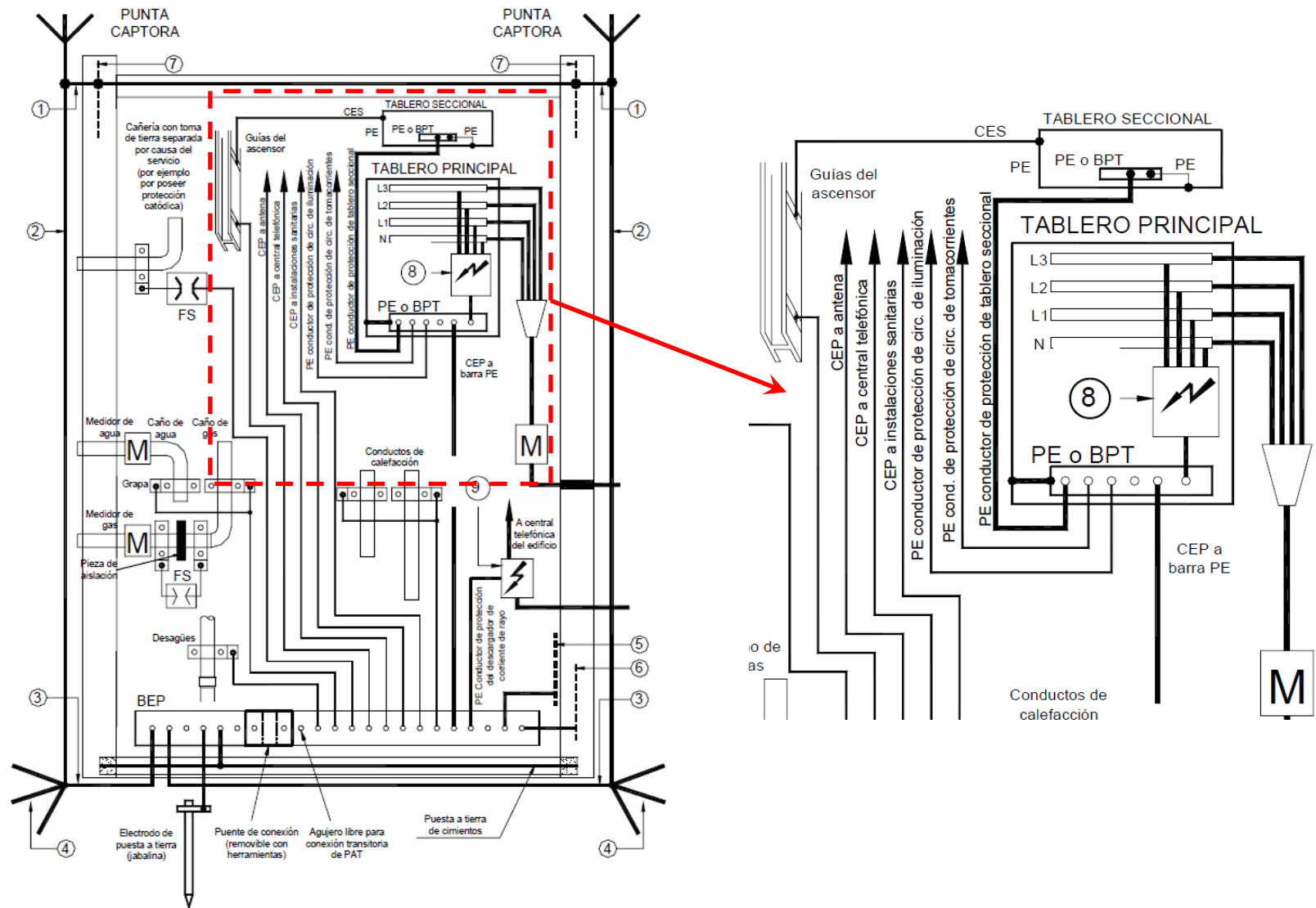
- B1 y B2 = Puntos de referencia,
- BEP = Barra Equipotencial Principal,
- PE o BPT = Barra de Puesta a Tierra o Barra Principal de protección,
- PEP = Conductor de Protección Principal o Colector,
- PE = Conductor de Protección,
- CEP = Conductor de interconexión Equipotencial Principal,
- CES = Conductor de interconexión Equipotencial Suplementaria,
- CESL = Conductor de interconexión Equipotencial Suplementaria Local,
- C = Masa extraña (parte conductora ajena o extraña a la instalación eléctrica, p. ej. cañería de agua, de gas, conducto de calefacción, etc.),
- M = Masa eléctrica o parte conductora expuesta o accesible de un equipo o material eléctrico,
- H° A° = Estructura metálica del edificio o Armadura de Hierro del hormigón
- E = Electrodo de puesta a tierra (dispersor o jabalina) con el conductor de puesta a tierra

Nota: Las barras BEP y BPT o PE pueden coincidir.

Conexión equipotencial para la protección contra descargas atmosféricas

- Cuando un inmueble requiere protección primaria contra los rayos, se deberá conectar a la BEP el sistema de puesta a tierra de la instalación primaria de protección contra descargas atmosféricas. (Ver 771.19.4 “Protección contra las sobretensiones transitorias”).

AEA 90364 – Parte 7 – Sección 771 – Viviendas, oficinas y locales (unitarios)



Anexo 771-C “Instalaciones de puesta a tierra”

- En este Anexo se encuentran los datos suficientes para realizar un predimensionamiento de la instalación de PAT.
- Se debe tener presente que una vez ejecutada dicha instalación, deberá verificarse con un telurímetro que cumpla con el valor requerido de R_{PAT} .
- Hay un listado de electrodos de puesta a tierra permitidos (771-C.2.2.1).
- Ver Nota 2 (pág. 189), donde se dan lineamientos generales para la instalación de más de un electrodo dispersor.
- Las secciones mínimas de los conductores de PAT enterrados, deberán verificar (además de la Tabla 771.18.III ya vista) la Tabla 771-C.I desde el punto de vista de su protección mecánica y contra la corrosión.
- Toda instalación debe permitir la medición de la R_{PAT} , de cada una de las puestas a tierra, para ello debe haber en la BEP una pieza desmontable mediante el uso de herramientas. Si hay mas de una PAT, en cada cámara deberá disponerse una barra de medición.
- Para los conductores de protección (PE) se deben respetar las secciones mínimas de Tabla 771-C.II, éstos valores son los mismos que los de Tabla 771.18.III pero se agrega una columna de equivalencia para distintos materiales.

Anexo 771-C “Instalaciones de puesta a tierra”

- En el punto 771-C.10 se puede ver un método para aproximar el valor de la R_{PAT} , y así poder predimensionarla.
- Hay fórmulas válidas para jabalinas enterradas verticalmente, para conductores desnudos enterrados horizontalmente y para placas delgadas circulares desnudas enterradas verticalmente.
- En éstas fórmulas intervienen los factores geométricos propios de cada electrodo y el valor de la resistividad del terreno (ρ) que surge de la Tabla 771-C.VIII y IX.

AEA 90364 – Parte 7 – Sección 771 – Viviendas, oficinas y locales (unitarios)

La Tabla 771-C.VIII sirve como orientación para conocer la resistividad de diferentes tipos de terrenos.

Tabla 771-C.VIII - Resistividades de terrenos

Tipo de suelo	Condiciones climáticas			
	A Precipitaciones normales y abundantes (más de 500 mm por año)		B Precipitaciones escasas y condiciones desérticas (menos de 500 mm por año)	C Aguas subterráneas salinas
	Valor más probable	Gama de valores medidos	Gama de valores medidos	Gama de valores medidos
	Ωm	Ωm	Ωm	Ωm
Aluvial y arcillas livianas	5	*	*	1 a 5
Arcillas (excluy. al aluvial)	10	5 a 20	10 a 100	3 a 10
Greda	20	10 a 20	50 a 300	3 a 10
Tierra calcárea porosa (por ejemplo greda)	50	30 a 100	50 a 300	3 a 10
Arenisca porosa	100	30 a 300	> 1000	10 a 30
Cuarzos y piedra caliza compacta y cristalina	300	100 a 1000	> 1000	30 a 100
Pizarras arcillosas y esquistos pizarrosos	1000	300 a 3000	> 1000	30 a 100
Granito	1000	300 a 3000	> 1000	30 a 100
Pizarras rajadizas, rocas ígneas	2000	> 1000	> 1000	30 a 100

* Según el nivel de agua en el lugar considerado.

AEA 90364 – Parte 7 – Sección 771 – Viviendas, oficinas y locales (unitarios)

La Tabla 771-C.IX siguiente también permite tener una orientación para conocer la resistividad de diferentes tipos de suelos.

Tabla 771-C.IX Resistividades de terrenos

Tipo de suelo	Resistividad Ωm
Terrenos pantanosos	de 1 a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100

Ejemplo Práctico de Predimensionamiento de PAT

- Vamos a predimensionar la PAT de la instalación de nuestro ejemplo que venimos desarrollando.
- Datos:
 - Terreno: Tierra calcárea porosa.
 - Precipitaciones: más de 500 mm por año.
 - Electrodo: proponemos una Jabalina IRAM 2309, acero cobre, JL 14 x 1500 mm, diámetro 12,6 mm. (lo menos que se puede poner).

Ejemplo Práctico de Predimensionamiento de PAT

De pág. 198 (771-C.10.1) tomamos la fórmula para jabalinas enterradas verticalmente, tomando para ρ el valor más probable (50 Ωm):

$$R = \frac{\rho}{2 \bullet \pi \bullet L} \bullet \left(\ln \frac{8 \bullet L}{d} - 1 \right) = \frac{50}{2 \bullet \pi \bullet 1.5} \bullet \left(\ln \frac{8 \bullet 1.5}{0.0126} - 1 \right) = 31.1 \Omega$$

En principio verificaría, ya que da menos de 40 Ω .

Veamos que pasa si tomamos un valor para el mismo terreno pero con precipitaciones escasas ($\rho = 200 \Omega\text{m}$).

$$R = \frac{\rho}{2 \bullet \pi \bullet L} \bullet \left(\ln \frac{8 \bullet L}{d} - 1 \right) = \frac{200}{2 \bullet \pi \bullet 1.5} \bullet \left(\ln \frac{8 \bullet 1.5}{0.0126} - 1 \right) = 124.3 \Omega$$

Vemos que además de no verificar, la influencia de la resistividad del terreno es muy grande, por lo cual es un tema a tener muy en cuenta y por ello se recomienda una medición previa de la misma antes de ejecutar la PAT.

Ejemplo Práctico de Predimensionamiento de PAT

Probemos recalcular con otro electrodo de 19 mm (3/4") x 3000 mm

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot L}{d} - 1 \right) = \frac{200}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot 3}{0.019} - 1 \right) = 65.2 \Omega$$

Vemos que con ese electrodo seguimos sin lograr el valor deseado.
Probamos con dos electrodos iguales separados 6 m (ver Nota 2 de pág. 189),
donde al paralelo de las resistencias se les debe sumar un 7%.

$$R_p = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} \cdot 1.07 = \frac{65.2 \cdot 65.2}{65.2 + 65.2} \cdot 1.07 = 32.6 \Omega$$

En este caso si verifica.