



**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**

**ET N°4.1.1 050**

**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE  
PUESTA A TIERRA EN  
INSTALACIONES AT**



ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
2 (34)

**INDICE**

|   |          |
|---|----------|
| <b>1 GENERALIDADES.....</b>   | <b>4</b> |
| 1.1 OBJETO.....   | 4        |
| 1.2 CONDICIONES DE UTILIZACIÓN .....  | 4        |
| 1.3 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS .....  | 4        |
| 1.4 PLANOS DE REFERENCIA.....   | 6        |
| <b>2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y REQUISITOS PARTICULARES.....</b>  | <b>7</b> |
| 2.1 GENERALIDADES.....  | 7        |
| 2.1.1 Funciones de la RPT .....   | 7        |
| 2.1.2 Definiciones .....  | 7        |
| 2.2 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS .....  | 12       |
| 2.2.1 Formación de la RPT.....  | 12       |
| 2.2.2 Sección y Uniones de los cables de la RPT .....   | 13       |
| 2.2.3 Electrodo Dispensores profundos .....   | 13       |
| 2.2.4 Resistencia de la red de puesta a tierra .....  | 14       |
| 2.2.5 Fijación de planchuelas para sistemas de puesta a tierra .....  | 14       |
| 2.2.6 Conexión de los aparatos, equipos y estructuras metálicas a la RPT general .....  | 15       |
| 2.2.6.1. Generalidades .....  | 15       |
| 2.2.6.2.1 Estructuras metálicas galvanizadas .....  | 15       |
| 2.2.6.2.2. Estructuras metálicas pintadas .....   | 15       |
| 2.2.6.3. Estructuras de hormigón armado y/o pretensado .....  | 16       |
| 2.2.6.3.1. Estructuras de hormigón armado y/o pretensado para soportes de equipos, pórticos, postes y fundaciones .....   | 16       |
| 2.2.6.3.2. Condiciones de tendido de los conductores de puesta a tierra en paredes y estructuras de hormigón (se hace extensivo a paredes de mampostería) .....               | 16       |
| 2.2.6.4. Casos especiales .....   | 16       |
| 2.2.6.5. Aspectos particulares para pórticos .....  | 17       |
| 2.2.6.6. Detalles particulares de cada equipo o aparato .....   | 18       |
| 2.2.6.6.1. Transformadores de potencia 220kV/132kV y 132/13,2kV .....   | 18       |
| 2.2.6.6.2. Transformadores de servicios internos .....  | 18       |
| 2.2.6.6.3 Conexión de los armazones metálicos y/o estructuras de hormigón armado de interruptores, seccionadores y demás aparatos de A.T. y de sus armarios de maniobra. .... | 18       |
| 2.2.6.6.4. Conexión de los armazones metálicos y/o estructuras de hormigón armado de los seccionadores con cuchillas de puesta a tierra de 132 kV o 220 kV .....              | 19       |
| 2.2.6.6.5 Toma de tierra de los descargadores de sobretensión .....   | 19       |
| 2.2.6.6.6 Aisladores Soportes de A.T. y M.T.....  | 20       |
| 2.2.6.6.7 Transformadores de tensión, corriente y combinados .....  | 20       |
| 2.2.6.6.8. Cadenas de aisladores de barras y conexiones tendidas .....  | 20       |
| 2.2.6.6.9. Tableros de media tensión .....  | 21       |
| 2.2.6.6.10. Conexión de las armaduras de cables de M.T.....   | 21       |
| 2.2.6.6.11. Conexión de los terminales de los cables O.F. y secos de A.T. ....  | 22       |
| 2.2.6.6.12. Conexión de los cables de guardia de la playa de subestaciones a la intemperie .....  | 23       |
| 2.2.6.6.13. Partes metálicas en la playa intemperie.....  | 23       |
| 2.2.6.6.14. Bandejas portacables .....  | 23       |
| 2.2.6.6.15. Canales de cables en la playa y sus perchas.....  | 23       |
| 2.2.6.6.16. Carpintería Metálica de interiores.....   | 23       |

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ET N° 4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
3 (34)

|  |           |
|--|-----------|
| 2.2.6.6.17. Cañerías Metálicas .....   | 23        |
| 2.2.6.6.18. Tableros de B.T .....  | 24        |
| 2.2.6.6.19. Puesta a tierra de cables apantallados .....   | 25        |
| 2.2.6.6.20. Toma de tierra de los cercos metálicos.....  | 26        |
| 2.2.6.6.21. Puesta a tierra de la antena de radioenlace .....                                      | 26        |
| 2.2.7 Espuelas y accesorios para conexión de tierras portátiles.....                               | 27        |
| 2.2.8 Conexión a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas de edificios ..... | 28        |
| 2.3 CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN .....   | 29        |
| 2.4 ACONDICIONAMIENTO PARA LA ENTREGA .....  | 29        |
| <b>3 ENSAYOS .....</b>   | <b>30</b> |
| 3.1 ENSAYOS SOBRE LAS SOLDADURAS .....   | 30        |
| 3.2 ENSAYOS SOBRE LA RPT TERMINADA .....   | 31        |
| 3.2.1 Continuidad.....   | 31        |
| 3.2.2 Resistencia de la red de puesta a tierra .....   | 31        |
| 3.2.3 Medición de tensiones de paso y de contacto.....   | 31        |
| 3.3 ENSAYOS SOBRE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.....   | 31        |
| <b>ANEXO I - TABLA RESUMEN DE CONEXIONES .....</b>   | <b>32</b> |

**HISTÓRICO DE MODIFICACIONES**

| FECHA | REVISION | MOTIVO  | FECHA APROBACION |
|-------|----------|---|------------------|
| 04/04 | 0        | Emisión   | 15/4/2004        |
| 01/06 | 1        | Actualización referencias-bloquete tuerca-bloquete cubo-estañado planchuela-tabla resumen |                  |
|       |          |   |                  |
|       |          |   |                  |

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ET N° 4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
4 (34)

## **1 GENERALIDADES**

### **1.1 Objeto**

La presente especificación se refiere a todos los aspectos técnicos relacionados con la ejecución en obra de la Red de Puesta a Tierra (RPT) de una Subestación de Alta Tensión y a sus elementos y materiales asociados.

### **1.2 Condiciones de utilización**

Los materiales objeto de la presente Especificación, serán instalados en las Subestaciones de Transformación que integran la Red de Transmisión en Alta Tensión de EDENOR S.A., en Capital Federal y Gran Buenos Aires.

Resto de condiciones de utilización según ET N° 1.1 .0 001, Cláusula 1.2.

### **1.3 Normas y Especificaciones Técnicas Complementarias**

Para aspectos generales del suministro deberá considerarse lo establecido en:

|                 |   |
|-----------------|---|
| ET N° 1.1.0 001 | "Requerimientos Generales para los Equipos y/o Materiales de Baja, Media y Alta Tensión -Condiciones Particulares-" |
|-----------------|---|

Para procedimientos de diseño y cálculo remitirse a:

|                 |   |
|-----------------|---|
| ET N° 1.1.1 050 | "Cálculo y Diseño del Sistema de Puesta a Tierra en Instalaciones AT" |
|-----------------|---|

Para detalles constructivos no expresamente contemplados en esta especificación se deberá utilizar como referencia a la siguiente norma:

|                    |  |
|--------------------|--|
| IEEE Std 80 (2000) | "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding" |
|--------------------|--|

Adicionalmente, y siempre que no entre en contradicción con la norma anterior, se deberán utilizar como referencia las siguientes normas:

|                    |  |
|--------------------|--|
| IRAM 2281-1        | "Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos - Consideraciones Generales - Código de Práctica"  |
| IRAM 2281-3        | "Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos Instalaciones Industriales y Domiciliarias (Inmuebles) y Redes de Baja Tensión - Código de Práctica"                                   |
| IRAM 2281-PARTE IV | "Puesta a Tierra – Sistemas Eléctricos, Centrales, Subestaciones y Redes – Código de Práctica"   |
| IRAM 2281-5        | "Código de Práctica Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos – Puesta a Tierra de Sistemas de Telecomunicaciones (telefonía, telemedición, y equipos de procesamiento de datos)" |

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ET N° 4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
5 (34)

Para procedimientos de medición de resistividad del terreno se deberán utilizar como referencia a las siguientes normas:

|                    |  |
|--------------------|--|
| IEEE Std 81 (1983) | "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System"                                 |
| IRAM 2281-2        | "Puesta a Tierra de Sistemas Eléctricos – Guía de Mediciones de Magnitudes de Puesta a Tierra (Resistencias, Resistividades y Gradientes)" |

Para materiales son de aplicación las siguientes especificaciones y normas:

|                 |  |
|-----------------|--|
| ET N° 1.1.0026  | "Jabalinas redondas de acero-cobre para puestas a tierra"  |
| IRAM 1585       | "Bloquetes de puesta a tierra, para elementos de hormigón armado y hormigón pretensado de soporte de líneas aéreas"      |
| IRAM 1603       | "Postes de hormigón armado para soportes de instalaciones aéreas"  |
| IRAM 1605       | "Postes de hormigón pretensado para soportes de instalaciones aéreas"  |
| IRAM 2004       | "Conductores eléctricos de cobre, desnudos, para líneas aéreas de energía"   |
| IRAM 2309       | "Materiales de puesta a tierra – Jabalina cilíndrica de acero-cobre y sus accesorios"                                    |
| IRAM 2315       | "Materiales de puesta a tierra – Soldadura cuproaluminotérmica"  |
| IRAM-NIME 20022 | "Morsetería y componentes para líneas aéreas y estaciones o subestaciones transformadoras de energía eléctrica de 132kV" |

Otras Especificaciones técnicas de referencia que se deberán utilizar son:

|                |  |
|----------------|--|
| ET N° 1.1.0580 | "Requerimientos generales para morsetería, conectores y accesorios para líneas aéreas y subestaciones de alta tensión"   |
| ET EE N° 495   | "Requerimientos particulares para accesorios de pat de conductores tendidos en subestaciones de alta tensión"  |
| E.T. N° 958    | "Características Técnicas y Requerimientos para la Adquisición de Estructuras Soporte de Antenas" (de la Gerencia de Telecomunicaciones de Edenor S.A.. Deberá considerarse la última revisión emitida por dicha Gerencia) |

Para aspectos relacionados con el sistema de protección contra descargas atmosféricas de los edificios deben considerarse:

|               |  |
|---------------|--|
| IEC 61024-1   | "Protection of structures against lightning – General principles"  |
| IEC 61024-1-2 | "Protection of structures against lightning – General principles – Design, installation, maintenance and inspection of lightning protection systems" |

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ET N° 4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
6 (34)

**1.4 Planos de Referencia**

| N° DE PLANO | DESCRIPCION   |
|-------------|---|
| 000E1100    | Nomina de elementos conectados a la R.P.T. en SS.EE de 132 kV.                  |
| 000E1101    | Toma de tierra de los descargadores de sobretensión.                            |
| 000E1102    | Toma de tierra de cercos metálicos.   |
| 000E1103    | Cámara de inspección para jabalina de puesta a tierra                           |
| 000E1104    | Puesta a tierra de pórticos y bases soporte de aparatos                         |
| 000E1107    | Bloquete para puesta a tierra de estructuras.                                   |
| 000E1109    | Conexión de neutro de transformador AT/MT a la red de P.A.T.                    |
| 000E0111    | Terminal para conexión de cables  |
| 000E0173    | Escalera con plataforma   |
| 000E0174    | Montaje de interruptor de 132 kV  |
| 000E0175    | Montaje de seccionador de polos paralelos 132 kV – Con puesta a tierra          |
| 000E0176    | Montaje de seccionador de fila india 132 kV – 800A.                             |
| 000E0177    | Montaje de transformador de corriente.  |
| 000E0178    | Montaje de transformador de tensión.  |
| 000E0179    | Montaje de transformador combinado de AT.                                       |
| 000E0180    | Detalle de montaje de aislador soporte.   |
| 000E0181    | Montaje de descargador de sobretensión VER PLANO 1101                           |
| 000E0182    | Montaje de Transformador AT/MT  |
| 000E0183    | Estructura de conexión de transformador AT/MT                                   |
| 000E0185    | Montaje de transformador de servicios internos.                                 |
| 472498      | Mástiles para Radioenlaces - Red de Puesta a Tierra (*)                         |
| 472499      | Torres Autosoportadas y Mástiles para Radioenlaces - Red de Puesta a Tierra (*) |

(\*) de la Gerencia de Telecomunicaciones de Edenor S.A.: deberá considerarse la última revisión emitida por dicha Gerencia

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



## 2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y REQUISITOS PARTICULARES

### 2.1 Generalidades

#### 2.1.1 Funciones de la RPT

La RPT cumplirá simultáneamente las funciones de:

- a) Toma de tierra de servicio (o funcional): Son las destinadas para la conexión a tierra del neutro de un sistema eléctrico y de los transformadores de tensión (para medición de la tensión entre fases y tierra).
- b) Toma de tierra de protección: Son las destinadas a las partes metálicas de una instalación que normalmente no conducen corriente (armaduras metálicas, armazones, carcasas, cubas de transformadores, vainas metálicas de cables, cuchillas de puesta a tierra de seccionadores, etc.)
- c) Toma de tierra contra descargas atmosféricas: Son las destinadas para los pararrayos, hilos de guardia y descargadores de sobretensión.

#### 2.1.2 Definiciones

Con el objetivo de simplificar la organización y la lectura de esta especificación se establecen las definiciones siguientes. Cuando aparezcan más adelante en el resto del texto de la especificación, destacadas en mayúscula y negrita, habrá que remitirse a este párrafo.

- **CABLE**: Cable de cobre duro, desnudo, según la Norma IRAM 2004, de sección transversal según detalle de más adelante. Se contemplan en esta especificación los siguientes tipos:

- **CABLE 50**: Sección transversal 50 mm<sup>2</sup> (19 hilos)
- **CABLE 120**: Sección transversal 120 mm<sup>2</sup>.
- **CABLE 150**: Sección transversal 150 mm<sup>2</sup> (19 hilos).

- **JABALINA**: Jabalinas cilíndricas de acero-cobre, según ET N° 1.1.0026 y norma IRAM 2309. Se contemplan en esta especificación los siguientes tipos, según designación de la citada norma IRAM:

- **JABALINA L1620** : diámetro nominal 14,6mm y largo 2m.
- **JABALINA L1830** : diámetro nominal 16,2mm y largo 3m.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
8 (34)

- **SOLDADURA:** Soldadura cuproaluminotérmica según IRAM 2315. El tipo de soldadura será conforme al Anexo C de esa norma, como por ejemplo tipo "TA". En caso de no encontrarse el tipo explícito en ese Anexo, se la identificará del modo más común según información de fabricantes.

- **BULONERÍA DE CONEXIÓN:** La combinación de materiales en contacto deberá ser, exclusivamente y sin excepción, la siguiente:

- bulón acero inoxidable
- arandelas planas de acero inoxidable
- arandela de presión de acero inoxidable
- tuerca acero inoxidable.

El acero inoxidable debe ser AISI 304.

- **TERMINAL:** terminal de cobre estañado, con pala plana de uno o dos agujeros, según detalle siguiente, para fijación con la correspondiente **BULONERÍA DE CONEXIÓN**.

Se distinguen las siguientes alternativas:

- **TERMINAL SOLDADO:** pala con dos agujeros y detalles constructivos y de montaje según Plano 000E1111.
- **TERMINAL A COMPRESIÓN:** doble compresión hexagonal y, según cada caso conforme a detalle de más abajo y/o de los planos de montaje, se clasifican en:
  - **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO:** Con pala con un solo agujero.
  - **TERMINAL A COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO:** Con pala con dos agujeros.

- **PLANCHUELA:** Barra de cobre electrolítico de sección rectangular, con sección transversal a indicar en cada caso. Las planchuelas deberán pintarse de los siguientes colores:

- Barras de neutro de transformadores de potencia (incluye servicios internos): Color negro.
- Resto: Color celeste.

Pero, todos los empalmes de barras de puesta a tierra, los puntos de conexión de **TERMINALES** y los extremos de las barras a conectar a bornes o puntos de conexión a tierra de equipos, deberán ser abulonadas, mediante la correspondiente **BULONERÍA DE CONEXIÓN**, y las superficies de contacto deberán ser estañadas.

También deberá estañarse un tramo de 100mm de longitud de las planchuelas, centrado en cada punto de fijación de cada planchuela a cualquier estructura metálica galvanizada, a efectos de evitar el par galvánico cobre-cinc. No es necesaria esta operación cuando el montaje de la planchuela sea sobre estructura pintada.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero





ET N°4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
9 (34)

En todos los casos el estañado deberá estar conforme a lo requerido en el Anexo C de la norma IRAM-NIME 20022, para condición de servicio SC3.

Los diámetros, cantidad y posición de agujeros deberán estar conformes a IRAM 2356-1, con la salvedad de que para empalmes, siempre deben considerarse dos agujeros en forma diagonal.

Se contemplan en esta especificación los siguientes tipos de planchuelas:

- **PLANCHUELA 40x3:** Sección transversal 40mm x 3mm.
- **PLANCHUELA 30x5:** Sección transversal 30mm x 5mm.
- **PLANCHUELA 50x5:** Sección transversal 50mm x 5mm.
- **PLANCHUELA 80x10:** Sección transversal 80mm x 10mm.

- **CHICOTE:** tramo de **CABLE DE COBRE**. A menos que se indique otra cosa explícitamente, deberá ser de la misma sección transversal que la de la malla respectiva a la que irá conectado, de modo de uniformizar las secciones y accesorios a utilizar en obra.

Se diferencian dos casos:

- **CHICOTE A LA MALLA:** Chicote, del cual debe procurarse que sea lo más corto posible, que deberá conectarse, en su extremo inferior, a la malla de puesta a tierra, mediante **SOLDADURA** tipo "TA" y en su extremo superior deberá montarse **TERMINAL**, del tipo conforme a detalle de más abajo y/o de los planos de montaje, el cual deberá ser conectado a la estructura o equipo mediante la correspondiente **BULONERÍA DE CONEXIÓN**. En todos los casos debe protegerse cada chicote de la corrosión localizada al nivel del piso terminado, y mecánicamente, mediante un tramo de 0,5m de longitud de caño de PVC pesado de diámetro 1", el cual debe sobresalir del terreno unos 0,10m, y dentro del cual deberá enhebrarse el respectivo chicote.
  - **CHICOTE DE UNIÓN:** Chicote con **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**, en sus extremos. En general, y a menos que se indique otra cosa, ambos extremos del chicote irán conectados a sendos **BLOQUETES TUERCA** previstos en cada parte de la estructura, a cada lado de la correspondiente unión.
- **BLOQUETE:** Punto previsto para efectuar una conexión de un conductor de puesta a tierra (**PLANCHUELA** o **CHICOTE**) a cualquier estructura.  
Se diferencian tres casos:

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
10 (34)

- **BLOQUETE CUBO:** De aplicación en estructuras metálicas pintadas, de cualquier forma constructiva, y en estructuras galvanizadas tubulares y aplicará cuando se trate del **BLOQUETE PARA CONEXIÓN DEL CHICOTE A LA MALLA**. Deberá instalarse a 250mm de altura desde la base de la estructura. Consistirá en una cubo de bronce, de 25mm de lado, soldado a la estructura antes de pintarla, o cincarla, con un agujero pasante y roscado W1/2", más el correspondiente agujero pasante en la estructura (para que ingrese la parte roscada del bulón al ajustarlo). Deben tomarse las necesarias previsiones para evitar recubrir el bloque y su rosca durante el proceso de pintado o galvanizado de la estructura.
  - **BLOQUETE TUERCA:** De aplicación en estructuras metálicas pintadas, de cualquier forma constructiva, y aplicará como **BLOQUETE PARA CHICOTES DE UNIÓN**. Consistirá en una tuerca de bronce, W1/2", soldada a la estructura antes de pintarla, o cincarla, más el correspondiente agujero pasante en la estructura (para que ingrese la parte roscada del bulón al ajustarlo). Deben tomarse las necesarias previsiones para evitar recubrir la tuerca y su rosca durante el proceso de pintado o galvanizado de la estructura.
  - **BLOQUETE IRAM 1585:** De aplicación en estructuras de hormigón armado y pretensado. Tanto el bloque y como las barras de puesta a tierra y sus conexiones debe ejecutarse en un todo de acuerdo con la norma IRAM 1585.
- **BAJADA:** Cada equipo, cadena de aisladores (lado tierra), hilos de guardia, etc., deberá conectarse a tierra, para lo cual deberá existir una forma de bajar la conexión hasta la parte inferior de la estructura que lo soporta. Según sea el equipo o elemento, se distinguen dos clases de bajadas:
- **BAJADA P:** Se utilizará una **PLANCHUELA** vertical de sección transversal a indicar en cada caso particular la que deberá bajarse por la estructura hasta 250mm desde el nivel de la base de la estructura. Allí se implementará la conexión del o de los **CHICOTES A LA MALLA**, según se detalla en cada caso particular. Este tipo de bajada será de aplicación en algunos equipos en particular, donde se da el caso de circulación de corrientes de neutro, o necesidad particular de conexión firme a tierra para descarga de corrientes de falla. Los casos de aplicación son:
    - ✓ Neutros de transformadores de potencia y de medida.
    - ✓ Descargadores de sobretensión.
    - ✓ Cuchillas de puesta a tierra de seccionadores.
    - ✓ Terminales de cables de A.T.
  - **BAJADA E:** Se hará uso de la propia estructura soporte como bajada. Esto puede aplicar tanto a estructuras metálicas como de hormigón, según se detalla más adelante. Este tipo de bajada será de aplicación en:
    - ✓ Bases de equipos.
    - ✓ Pórticos.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N°4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
11 (34)

- ✓ Postes.
- ✓ Hilos de guardia.

**-“T” HORIZONTAL PARA CONEXIÓN A LA MALLA:** tramo de **PLANCHUELA 80x10**, y de 150mm largo, montada horizontalmente, que debe conectarse a la planchuela de **BAJADA P**, según se indique en cada equipo particular, con la correspondiente **BULONERÍA DE CONEXIÓN**. En los extremos que quedan en voladizo de planchuela horizontal deberán conectarse dos **CHICOTES A LA MALLA** con **TERMINAL SOLDADO** según detalle idéntico al del Plano 000E1111.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



## 2.2 Aspectos Constructivos

### 2.2.1 Formación de la RPT

La RPT estará constituida por los siguientes elementos:

- Malla y Jabalinas perimetrales.
- Electrodo Dispensores Profundos.
- Tomas de Tierra de Tableros de Media y Baja Tensión.
- Tomas de Tierra de pararrayos.
- Conductores de puesta a tierra de las instalaciones de iluminación y tomacorrientes en edificios y de bandejas portacables.

La malla de puesta a tierra estará conformada por un **CABLE** colector principal en forma de bucle rectangular, enterrado a una profundidad mínima de 0,60 m, que abarcará todo el perímetro de la subestación de 132 kV o 220 kV. Atendiendo a las características de la capa superficial del terreno (resistividad elevada y/o granulometría de gran tamaño), y a los resultados de los cálculos de resistencia de dispersión, y de tensiones de paso y de contacto, efectuados según la ET N° 1.1.1050. Edenor S.A. podrá exigir que la profundidad de enterramiento sea mayor, con un máximo de 1m, no pudiendo haber ningún tipo de reclamo por parte del Contratista a este respecto.

Este cable colector principal será cruzado por **CABLES** transversales y longitudinales, de idénticas características y sección transversal, enterrados a idéntica profundidad, que conformarán la cuadrícula de la malla de puesta a tierra, dispuestos en correspondencia con las filas de las bases de fundación de los aparatos de maniobra, terminales de cables, transformadores de potencia, estructuras metálicas, etc., de tal manera que las conexiones a tierra para cada aparato o estructura sean efectuadas en paralelo (no en serie) con las de los demás y tengan un recorrido directo hacia la RPT.

El espaciamiento máximo de los conductores de la cuadrícula de la malla de puesta a tierra, en la zona de la playa de maniobras, será de 6m x 6m. En el caso en que la malla deba extenderse a otras zonas de la subestación distintas a la playa de maniobras, el espaciamiento será definido en etapa de proyecto ejecutivo, pudiendo ser mayor o igual al de la zona de playa de maniobras. En el caso en que la extensión se efectúe hacia zonas donde en el futuro esté previsto ampliar la playa de maniobras, la cuadrícula deberá ser idéntica a la de la zona de playa a construir.

Los cables serán tendidos horizontalmente de manera que sigan en lo posible líneas rectas sin grandes ondulaciones. La zanja será rellena con tierra fina (exenta de piedras y arena), apisonada con agua, de tal manera que exista un contacto directo entre los cables y la tierra, de modo de no perjudicar la resistencia de contacto entre

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
13 (34)

los conductores y el terreno, ni la resistencia de dispersión de la zona próxima a los mismos, que es la más influyente en el resultado total.

Asociadas al cable colector principal perimetral deberán colocarse, además, **JABALINAS L1620**, hincadas verticalmente en el terreno, de modo que la cabeza de la jabalina quede a la profundidad de enterramiento del cable colector. La unión entre la jabalina y el cable colector deberá efectuarse mediante **SOLDADURA** para unión de cable a jabalina tipo "GT". Debe considerarse una jabalina en cada esquina y/o quiebre del conductor perimetral, y una por cada punto de unión del conductor perimetral y los conductores transversales y longitudinales, conectadas lo más cercana posible a esos puntos de unión. No deben ejecutarse cámaras de inspección para estas jabalinas.

Puede ser sometida a aprobación de Edenor alternativas constructivas de la malla de puesta a tierra, considerando espaciado no uniforme y/o alternativas de colocación de jabalinas, siempre que esto pueda ser avalado mediante los cálculos respectivos, utilizando un programa de cálculo probado y con suficientes antecedentes, los que deben ser puestos a consideración de Edenor S.A..

### 2.2.2 Sección y Uniones de los cables de la RPT

a) Los cables colectores, tanto el principal como los transversales y longitudinales, serán de **CABLE 120** para playas de maniobras de 132kV, y de **CABLE 150** para playas de maniobras de 220kV.

b) Las uniones entre los conductores que conforman la RPT, ya sean enterradas o colocadas al aire, se realizarán mediante **SOLDADURA**: los empalmes deberán ser de tipo "SS", las uniones en "T" de tipo "TA", y en cruz de tipo "XB" -se rechazan explícitamente las del tipo "XA".

No se aceptará la ejecución de uniones abulonadas o a compresión. Puede someterse a aprobación de Edenor la ejecución de uniones denominadas "de compresión irreversible", del tipo comercial "Hyground" de la firma Burndy o similar, aunque queda a exclusivo criterio de Edenor su aceptación o rechazo.

### 2.2.3 Electrodo Dispersores profundos

Los electrodos dispersores profundos serán **JABALINAS L1830**, y serán montadas en cámaras de inspección, de modo tal que permitan la medición periódica del valor de su resistencia de dispersión propia, es decir, separada de la RPT.

Los detalles constructivos de dichas cámaras, los puntos a conectar y los materiales a utilizar se indican en los Planos N° 000E1103 y 0 00E1111.

Su función principal es derivar, a zonas de la tierra de menor resistividad, las corrientes de falla o de alta frecuencia originadas por sobretensiones atmosféricas o de maniobra, que puedan ingresar a la subestación por pantallas de cables de MT o AT, hilos de guardia de líneas o descargadores de sobretensión, evitando que dichas corrientes recorran la malla, perturbando a equipos electrónicos.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
14 (34)

La resistencia de dispersión de cada una de las jabalinas, desconectadas de la RPT, debe ser menor o igual a  $1 \Omega$ .

Deberá instalarse la siguiente cantidad de cámaras de inspección (y su consiguiente jabalina profunda):

- 1 (una) cámara cercana a cada transformador de potencia. Si el transformador tiene asociados descargadores de AT directamente a él, **éstos se conectarán directamente a la malla, sin pasar por la cámara** (el centro de estrella de los transformadores se conectará también directamente a la malla, sin pasar por la cámara, de modo que su unión no dependa de una conexión abulonada).
- 1 (una) cámara cercana a cada pórtico de entrada de línea aérea de AT o de entrada de cable de AT (OF o de aislación seca). **Si la línea aérea tiene asociados descargadores de AT directamente a ella, éstos se conectarán a directamente a la malla**, conforme al detalle del plano 000E1101.
- 1 (una) cámara cercana a la antena de comunicaciones. A esta cámara deberá conectarse el sistema de puesta a tierra de la antena, el cual se define y especifica por separado por el área de Telecomunicaciones de Edenor S.A.
- 2 (dos) cámaras cercanas a la Sala de Tableros de Media Tensión.

#### 2.2.4 Resistencia de la red de puesta a tierra

El valor medido, conforme a IEEE Std. 81 y/o IRAM 2281-2, de la resistencia total de dispersión propia de la RPT incluyendo a todas las jabalinas conectadas en paralelo, no deberá superar 0,30 Ohm, excluyendo el aporte de dispersión de los cables subterráneos, hilos de guardia, tuberías de agua y demás estructuras metálicas conectadas en paralelo con la RPT. Con dicho aporte, el valor total no deberá superar 0,15 Ohm.

#### 2.2.5 Fijación de planchuelas para sistemas de puesta a tierra

Las **PLANCHUELAS** deben estar montadas con suficiente separación respecto de la superficie a la cual serán fijadas, tales como paredes o costados de canales de cables, para permitir posteriormente efectuar conexiones adicionales permanentes o temporarias, es decir, no deben quedar pegadas contra esas superficies a las que irán adosadas. El detalle y material de los separadores a utilizar deberá ser sometido a aprobación de Edenor en etapa de proyecto ejecutivo.

Cuando la planchuela de puesta a tierra es agujereada para fijarla mediante tornillos o bulones, el diámetro del agujero no excederá de un cuarto del ancho de la barra. Las planchuelas no deberán ser fijadas mediante tornillos, bulones o accesorios (grampas, abrazaderas, etc.) de hierro desnudo o galvanizado, sino mediante bulonería de bronce o acero inoxidable. La distancia máxima admisible entre puntos de fijación será de 0,75 m.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



## 2.2.6 Conexión de los aparatos, equipos y estructuras a la RPT general

### 2.2.6.1. Generalidades

Las conexiones desde cada estructura, equipo o aparato a la malla de puesta a tierra deberán ser efectuadas mediante **CHICOTES A LA MALLA**.

Deberá existir al menos una **BAJADA** desde cada estructura soporte o equipo. En el caso de algunos equipos o estructuras en particular, según se detalla más abajo y/o en los planos de montaje, deberá efectuarse más de una conexión.

Se adoptarán los criterios particulares establecidos a continuación.

### 2.2.6.2. Estructuras metálicas

Es de aplicación **BAJADA E**, según el detalle siguiente.

#### **2.2.6.2.1 Estructuras metálicas galvanizadas**

En los casos en que las varias partes de la estructura estén unidas por superficies planas, galvanizadas en caliente por inmersión, y unidas mediante bulonería de acero convenientemente torquedada, se considera suficiente, [de conformidad IRAM 2281 parte IV](#), a esas superficies de contacto para establecer un camino a tierra desde la base del aparato montado sobre ella y hasta el **CHICOTE A LA MALLA** con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO**.

Para la conexión del **CHICOTE A LA MALLA** a la estructura, deberá considerarse, en el caso de estructuras tubulares un **BLOQUETE CUBO** y, en el caso de estructuras reticuladas, debe preverse un agujero pasante de diámetro 14mm, también ubicado a 250mm de altura desde la base de la estructura.

#### **2.2.6.2.2. Estructuras metálicas pintadas**

En los casos en que las varias partes de la estructura sean pintadas, debe preverse un camino de bajada desde la base del aparato o elemento montado sobre la estructura hasta el **CHICOTE A LA MALLA** con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO**.

El camino de bajada debe estar compuesto por tantos **CHICOTES DE UNIÓN**, con **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**, como uniones de partes pintadas de la estructura deban sortearse, conectados a sendos **BLOQUETES TUERCA** previstos en cada parte de la estructura, a la misma distancia aproximada a cada lado de la correspondiente unión. El primer chicote debe ajustar sobre la estructura soporte, base o borne de puesta a tierra del equipo o elemento propiamente dicho, soportado por la estructura pintada en cuestión. El último será el **CHICOTE A LA MALLA**, conectado sobre **BLOQUETE CUBO** previsto en la estructura para tal fin.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero





### **2.2.6.3. Estructuras de hormigón armado y/o pretensado**

#### **2.2.6.3.1. Estructuras de hormigón armado y/o pretensado para soportes de equipos, pórticos, postes y fundaciones**

Se acepta la utilización de la armadura de estas estructuras para la vinculación a la RPT (**BAJADA E**). Para ello, deberán estar construídas y ensayadas conforme a normas IRAM 1603 o IRAM 1605 según sean de hormigón armado o pretensado respectivamente, y deberán tener **BLOQUETES IRAM 1585**.

Para detalles constructivos remitirse al Plano N° 0 00E1104.

Para mantener la continuidad del camino a tierra deberán transponerse todas las uniones de las distintas partes que conforman la estructura mediante **CHICOTES DE UNIÓN**, con **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**. Se conectará la parte inferior de la estructura directamente a la malla, mediante **CHICOTE A LA MALLA** con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO**.

#### **2.2.6.3.2. Condiciones de tendido de los conductores de puesta a tierra en paredes y estructuras de hormigón (se hace extensivo a paredes de mampostería)**

A fin de permitir la rápida inspección visual de los circuitos de tierra, se prohíbe explícitamente realizar el tendido de los conductores de tierra directamente empotrados.

En los casos en que fuera indispensable montarlos dentro de paredes o estructuras de hormigón (pasos de tabiques, pisos o muros) se dispondrá un caño de material no magnético, preferentemente caño de PVC pesado, u orificio en la obra, de sección suficiente para que pueda comprobarse fácilmente que no hay cortes o roturas del conductor de tierra en su interior (la sección deberá ser la correspondiente al doble del diámetro del conductor).

### **2.2.6.4. Casos especiales**

En los casos en que deba ponerse a tierra un aparato accionado por aire comprimido, deben tomarse previsiones especiales para evitar la circulación de corrientes de falla por la cañería de aire, en caso de ser ésta de material conductor, como por ejemplo, cobre. En este caso, debe asegurarse la conexión eléctrica de los caños a la estructura, es decir, deben equipotenciarse con ella, sólo en la zona del aparato. Pero, al trasponer los límites del equipo, deberán preverse bridas aislantes en la cañería. Las características de estas bridas, y el resto de detalles, deben sometidos a aprobación de Edenor S.A. en etapa de proyecto ejecutivo.

La solución propuesta a cualquier otro caso especial que se presentare debe

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero





ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
17 (34)

también ser sometida a aprobación de Edenor S.A. en etapa de proyecto ejecutivo.

**2.2.6.5. Aspectos particulares para pórticos**

Para el caso particular de las vigas de pórticos, se deberá contar, como mínimo, con un **BLOQUETE TUERCA** (en estructuras metálicas pintadas o galvanizadas tubulares), un **BLOQUETE IRAM 1585** (en estructuras de hormigón) o una oreja con agujero diámetro 14mm (en estructuras metálicas galvanizadas reticuladas), por cada fase de barra o conexión tendida, que deberán estar distribuidos de acuerdo a la ubicación de las cadenas de aisladores correspondientes a cada fase y eventualmente uno en cada extremo de las vigas, según sea la forma de montaje de vigas y columnas, de modo de mantener continuidad, especialmente en estructuras pintadas.

Los bloquetes de cada extremo serán conectados a los ubicados en el vínculo de columnas y soporte de viga (ver plano 000E1104) y el resto serán para vincular a los herrajes de las cadenas de aisladores (ver plano 000E1104). Ver también el párrafo 2.2.6.6.8 de esta especificación.

Para detalles adicionales respecto a la conexión de los hilos de guardia, remitirse al párrafo 2.2.6.6.12 de esta especificación.

Para los pórticos de entrada de línea aérea, y tal como se indicó en el punto 2.2.3 de esta especificación, se deberá instalar, cercana a cada pórtico, una cámara de inspección con electrodo profundo y conexión a la malla de puesta a tierra de la subestación, según detalle de Plano N° 000E1103.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



#### **2.2.6.6. Detalles particulares de cada equipo o aparato**

##### **2.2.6.6.1. Transformadores de potencia 220kV/132kV y 132/13,2kV**

###### **a- Conexión de neutros de A.T. y M.T.:**

Se conectarán entre sí los neutros de los dos arrollamientos mediante **PLANCHUELA 50x5** y se ejecutará una **BAJADA P** común, en misma planchuela desde la parte superior de la cuba.

Para detalles constructivos remitirse a los Planos N° 000E0183, N° 000E1109. y N°000E1103

La citada planchuela vertical deberá bajarse por la estructura hasta 250mm desde el nivel de la base de la estructura. Allí se conectará una **“T” HORIZONTAL PARA CONEXIÓN A LA MALLA.**

###### **b- Conexión de la Cuba (o tanque) del transformador:**

Será efectuada, siguiendo un camino separado del de los neutros, mediante un **CHICOTE A LA MALLA** con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO** de diámetro adecuado a la previsión del fabricante del transformador.

##### **2.2.6.6.2. Transformadores de servicios internos**

###### **a- Conexión del neutro de B.T.:**

Se conectará el neutro del arrollamiento de B.T. mediante **PLANCHUELA 40X3.**

Para detalles constructivos remitirse al Plano N°0 00E0185. Deberá preverse un **CHICOTE A LA MALLA** de 120 mm<sup>2</sup> de sección transversal, con **TERMINAL SOLDADO**, el cual deberá conectarse a la planchuela de bajada del neutro según detalle idéntico al del Plano 000E1111.

###### **b- Conexión de la Cuba (o tanque) del transformador:**

Será efectuada, siguiendo un camino separado del de los neutros, mediante un **CHICOTE A LA MALLA**, de 120 mm<sup>2</sup> de sección transversal, con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO** de diámetro adecuado a la previsión del fabricante del transformador.

##### **2.2.6.6.3 Conexión de los armazones metálicos y/o estructuras de hormigón armado de interruptores, seccionadores y demás aparatos de A.T. y de sus armarios de maniobra.**

Las conexiones de estructuras serán efectuadas conforme a los criterios establecidos en párrafos 2.2.6.1 a 2.2.6.4 de esta especificación.

Para detalles constructivos remitirse a los Planos N°000E0174, N°000E0175 y N°000E0176.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ET N°4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
19 (34)

Los armarios de maniobra que no fuesen parte integrante del interruptor o seccionador, deberán ser conectados a la malla de puesta a tierra general siguiendo un camino completamente separado del utilizado para poner a tierra las bases de los aisladores del interruptor o seccionador, y según el mismo criterio constructivo para efectuar la conexión que para la estructura del equipo.

**2.2.6.6.4. Conexión de los armazones metálicos y/o estructuras de hormigón armado de los seccionadores con cuchillas de puesta a tierra de 132 kV o 220 kV**

Las conexiones de estructuras serán efectuadas conforme a los criterios establecidos en párrafos 2.2.6.1 a 2.2.6.4 de esta especificación.

Para los armarios de maniobra vale lo indicado en el punto anterior.

Para detalles constructivos remitirse al Plano N°0 00E0175.

Para la conexión de la cuchilla de puesta a tierra será ejecutará una **BAJADA P**, utilizando **PLANCHUELA 50x5**. La citada planchuela vertical deberá bajarse por la estructura hasta 250mm desde el nivel de la base de la estructura. Allí se conectará una **“T” HORIZONTAL PARA CONEXIÓN A LA MALLA**.

En el caso de tratarse de equipos de accionamiento unipolar, todo lo indicado debe aplicarse a cada polo.

**2.2.6.6.5 Toma de tierra de los descargadores de sobretensión**

Las conexiones de estructuras serán efectuadas conforme a los criterios establecidos en párrafos 2.2.6.1 a 2.2.6.4 de esta especificación.

Para detalles constructivos remitirse a los Planos N°000E0181. , N°000E1101 y N°000E1103.

Para la conexión propia del descargador de cada fase será ejecutada una **BAJADA P**, utilizando **PLANCHUELA 50x5**, desde el punto de conexión al descargador, pasando en serie por el contador de descargas, en el caso en que aplique.

A la planchuela vertical de cada fase se conectará, en su parte inferior, un **CHICOTE A LA MALLA** con **TERMINAL SOLDADO** según detalle idéntico al del Plano 000E1111, conforme a lo requerido en plano N°000E1101.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



#### 2.2.6.6.6 Aisladores Soportes de A.T. y M.T.

Las conexiones de estructuras serán efectuadas conforme a los criterios establecidos en párrafos 2.2.6.1 a 2.2.6.4 de esta especificación.  
Para detalles constructivos remitirse al Plano N°0 00E0180.

#### 2.2.6.6.7 Transformadores de tensión, corriente y combinados

A efectos de generar un punto seguro de puesta a tierra de los centros de estrella de los circuitos secundarios, se efectuará una conexión distinta de las estructuras soporte de estos equipos con respecto al resto.

Para detalles constructivos remitirse a los Planos N°000E0177, N°000E0178 y N°000E0179.

Será ejecutada una **BAJADA P**, utilizando **PLANCHUELA 40x3** en playas de 132kV y **PLANCHUELA 30x5** en playas de 220kV, y conectada mediante **CHICOTE A LA MALLA** con **TERMINAL A COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO**.  
Luego, deberá conectarse cada caja de bornes secundarios, en derivación y no en serie, a esta planchuela, mediante un **CHICOTE DE UNIÓN** de 50 mm<sup>2</sup> de sección transversal con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO** de diámetro adecuado a la previsión del fabricante del transformador.

Debe además prestarse atención a los materiales constructivos de la estructura soporte, de modo de tomar los recaudos necesarios para equipotenciar los distintos tramos de la estructura que por construcción o terminación superficial pudieran no presentar un franco contacto. Se consideran los siguientes casos:

- Estructura de acero galvanizado: No debe efectuarse ninguna conexión adicional.
- Estructura pintada o de hormigón armado: Debe preverse una conexión, por cada tramo independiente, entre la planchuela y los bloquetes de la estructura, mediante **CHICOTE DE UNIÓN** con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO**.

#### 2.2.6.6.8. Cadenas de aisladores de barras y conexiones tendidas

Las cadenas de aisladores a instalar en las subestaciones deben conectarse al sistema de puesta a tierra en forma firme desde el primer yugo o herraje, ya que la articulación movable entre cadena y pórtico o poste no configura una conexión a tierra confiable.

Para ello debe conectarse un chicote entre el pórtico y el yugo en el caso de cadenas rectas, y dos chicotes entre cada uno de los yugos o primer herraje y el pórtico en el caso de cadenas en "V".

Cada chicote deberá ser **CHICOTE DE UNIÓN** con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO**. Debe verificarse en etapa de proyecto ejecutivo la concordancia entre el diámetro de agujero del terminal a compresión y el diámetro del bulón en el punto de conexión a la cadena.

Del lado del pórtico el chicote debe conectarse al bloquete previsto para tal fin,

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ET N° 4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
21 (34)

y en el caso de las cadenas en “V”, ambos chicotes deben conectarse al mismo bloquete, ubicado en la línea media entre puntos de sujeción de la cadena al pórtico.

Para detalles constructivos remitirse al Plano N° 000E1104, hoja 6.

#### **2.2.6.6.9. Tableros de media tensión**

Se trata aquí exclusivamente el caso de los tableros de 13,2kV y 33kV, de tipo metalclad o no, a ser instalados en las subestaciones de la red de transmisión y subtransmisión de Edenor S.A..

Cada tablero estará provisto de una barra de tierra propia, la cual se define para cada caso en la especificación técnica particular del tablero, y a la que estarán conectados los aparatos y estructuras metálicas del mismo según corresponda. Desde cada extremo de esta barra debe tenderse sendos vínculos mediante **CHICOTES A LA MALLA** con **TERMINAL A COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO**, razón por la cual deberán montarse con la pala en el sentido longitudinal de la planchuela (ver Notas a continuación).

Notas:

1. Se evitan específicamente terminales soldados para esta aplicación de modo de evitar riesgo de persona y de las instalaciones durante las tareas de soldadura, en lugares de reducido espacio y con eventuales cables energizados en la cercanía.
2. Se requiere terminal con doble agujero para dar más seguridad a esta conexión que al resumir un gran número de equipos, toma una importancia más relevante que la puesta a tierra de otra estructura soporte individual.

Además, en el canal o en el túnel de cables, por debajo del tablero, y montada conforme a lo indicado en el párrafo 2.2.5 de esta especificación, deberá instalarse una **PLANCHUELA 50X 5**, a la que se conectarán las puestas a tierra de los cables de media tensión. Desde cada extremo de esta barra deben tenderse sendos chicotes de idénticas características y condiciones que los de la barra propia del tablero explicitados más arriba.

En el caso en que se trate de tableros montados en dos filas o más de una parte, todo lo antedicho aplica a cada fila o parte.

Finalmente, y tal como se indicó en el punto 2.2.3 de esta especificación, se instalarán, cercanas a la Sala de Tableros de Media Tensión, dos cámaras de inspección con electrodo profundo y conexión a la malla de puesta a tierra de la subestación, según detalle de Plano N°000E1103.

#### **2.2.6.6.10. Conexión de las armaduras de cables de M.T.**

##### **a- Cables Salientes:**

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N°4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
22 (34)

Las armaduras de los cables salientes se conectarán a la planchuela de puesta a tierra del canal o túnel de cables, una vez peinadas o trenzadas, mediante **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**, cuyas características deben ser definidas en etapa de proyecto ejecutivo y/o montaje atendiendo a las características técnicas del cable en cuestión. La conexión debe ser de cada fase a la planchuela, en forma independiente.

**b- Cables de Entrada de Transformador:**

Las armaduras de los cables que conectan el lado de M.T. del transformador hacia las celdas de Entrada de Transformador de los tableros de M.T. se conectarán a la red de puesta a tierra sólo del lado transformador, de modo que eventuales corrientes de falla concurren al neutro de la manera más directa.

Para ello, una vez peinadas o trenzadas, se le montarán **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**, cuyas características deben ser definidas en etapa de proyecto ejecutivo y/o montaje atendiendo a las características técnicas del cable en cuestión.

Estos terminales a compresión se fijarán a una **PLANCHUELA 50X5**, convenientemente dispuesta en la estructura de conexión del transformador. Esta planchuela debe conectarse solidariamente a la prevista en el párrafo 2.2.6.6.1.a de esta especificación para la conexión de los neutros, debiendo efectuarse la conexión entre las planchuelas con la correspondiente **BULONERÍA DE CONEXIÓN**.

Para detalles constructivos remitirse al Plano N°0 00E0183.

**2.2.6.6.11. Conexión de los terminales de los cables O.F. y secos de A.T.**

Se ejecutará **BAJADA P**, conectando al terminal de puesta a tierra propio del terminal una **PLANCHUELA 50X5**. La citada planchuela vertical deberá bajarse por la estructura hasta 250mm desde el nivel de la base de la estructura. Allí se conectará una **“T” HORIZONTAL PARA CONEXIÓN A LA MALLA**.

En casos particulares donde pueda presuponerse la posibilidad de vandalismo, puede considerarse utilizar la estructura de acero o los hierros del hormigón como bajada, debiendo esto estar avalado por el correspondiente cálculo térmico y dinámico que debe ser sometido a la aprobación de Edenor S.A..

Finalmente, y tal como se indicó en el punto 2.2.3 de esta especificación, se deberá instalar, cercana a los terminales, una cámara de inspección con electrodo profundo y conexión a la malla de puesta a tierra de la subestación, según detalle de Plano N°000E1103.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



#### 2.2.6.6.12. Conexión de los cables de guardia de la playa de subestaciones a la intemperie

Los cables de guardia deberán ser retenidos en la cima de la columna o poste y se continuarán, cuando corresponda, con morsas bifilares, de conformidad con la ET N° 1.1.0580.

Se utilizará **BAJADA E**, y las conexiones de estructuras serán efectuadas conforme a los criterios establecidos en párrafos 2.2.6.1 a 2.2.6.4 de esta especificación.

Como resultado de lo anterior las patas de los pórticos deben conectarse directamente a la malla. Para los de entrada de línea aérea, y tal como se indicó en el punto 2.2.3 de esta especificación, se deberá instalar además, cercana a cada pórtico, una cámara de inspección con electrodo profundo y conexión a la malla de puesta a tierra de la subestación, según detalle de Plano N° 000E1103.

#### 2.2.6.6.13. Partes metálicas en la playa intemperie

Todas las partes metálicas no mencionadas, ubicadas en la playa intemperie de la S.E (incluyendo los techados metálicos de los edificios) deben ser conectadas a la RPT mediante el uso de **CHICOTES A LA MALLA** y **CHICOTES DE UNIÓN** con **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**, de 120 mm<sup>2</sup> de sección transversal. Los artefactos de iluminación y demás elementos metálicos ubicados por encima de la línea de retención de las barras se conectan a las estructuras mediante **CHICOTES DE UNIÓN** con **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**, de 4 mm<sup>2</sup> de sección transversal. Todo esto debe ser confirmado según el proyecto del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

Son de aplicación los criterios generales indicados en párrafos 2.2.6.1 a 2.2.6.4 de esta especificación.

#### 2.2.6.6.14. Bandejas portacables

[En estudio.](#)

#### 2.2.6.6.15. Canales de cables en la playa y sus perchas

[En estudio.](#)

#### 2.2.6.6.16. Carpintería Metálica de interiores

[En estudio.](#)

#### 2.2.6.6.17. Cañerías Metálicas

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero





ET N°4.1.1 050  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
24 (34)

Todas las cañerías metálicas tendidas dentro del perímetro de la instalación deben ser conectadas a tierra por lo menos en los puntos extremos de su recorrido (es decir en los límites de la subestación, de modo de evitar tensiones transferidas desde y hacia la RPT de la subestación).

Cada conexión deberá ejecutarse mediante **CHICOTES A LA MALLA** pero sin **TERMINAL** y que deberá conectarse en el extremo a la cañería mediante soldadura cuproaluminotérmica según norma IRAM 2315, del tipo “cable a caño”.

Lo hasta acá descripto es válido para cañerías de cobre o sus aleaciones, acero y acero galvanizado. Debe prestarse particular atención a metales diferentes de los mencionados para evitar la formación de pares electroquímicos corrosivos.

Cuando un gasoducto o poliducto se encuentre tendido en la zona de influencia de la instalación debe consultarse a la empresa propietaria u operadora del mismo acerca de las características que ameriten algún tratamiento especial.

En todos los casos y para cada tubería se deberá comprobar la conductancia eléctrica de cada una de los tramos comprendidos entre ambos puntos de conexión a tierra, para verificar así la perfecta continuidad eléctrica de la tubería. En caso de detectarse falta de continuidad, debe ponerse a tierra solidariamente a la malla de modo de equipotenciarlo, por lo menos en un punto y según los criterios de más arriba, cada tramo aislado de la tubería.

Este último criterio de equipotenciación debe aplicarse también a las cañerías metálicas de los pozos de extracción de agua.

#### **2.2.6.6.18. Tableros de B.T.**

Cada tablero estará provisto de una barra o borne de tierra propios, los cuales se definen para cada caso en la especificación técnica particular del tablero, y a los que estarán conectados los aparatos y estructuras metálicas del mismo según corresponda.

Para la definición de su conexión a la RPT deben diferenciarse dos casos:

##### **a- Tableros de B.T. en interiores de edificios:**

En el canal de cables, por debajo del tablero, y montada conforme a lo indicado en el párrafo 2.2.5 de esta especificación, deberá instalarse una **PLANCHUELA 40 X3**.

Desde esta barra (o desde cada tramo si estuviera particionada) debe tenderse un único **CHICOTE A LA MALLA** con **TERMINAL A COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO**, razón por la cual deberán montarse con la pala en el sentido longitudinal de la planchuela (ver Notas a continuación).

#### **Notas:**

1. Se evitan específicamente terminales soldados para esta aplicación de modo de evitar riesgo de persona y de las instalaciones durante las tareas

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero





ET N°4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
25 (34)

- de soldadura, en lugares de reducido espacio y con eventuales cables energizados en la cercanía.
2. Se requiere terminal con doble agujero para dar más seguridad a esta conexión que al resumir un gran número de equipos, toma una importancia más relevante que la puesta a tierra de otra estructura soporte individual.
  3. Se requiere un único cable de conexión a la malla, de modo de equipotenciar y dar camino de circulación a corriente de falla, pero evitando la formación de posibles bucles de tierra, que puedan afectar el comportamiento de los equipos electrónicos generalmente montados en estos tableros.

Entonces, para los tableros instalados sobre canales de cables, deberá conectarse la barra de puesta a tierra propia de cada tablero con la planchuela prevista en el canal de cables, mediante un **CHICOTE DE UNIÓN** con **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**, de  $120\text{mm}^2$  de sección transversal.

El resto de tableros interiores, que no estén montados sobre canales deberá conectarse la barra o borne de tierra del tablero con la planchuela más próxima, mediante un **CHICOTE DE UNIÓN** con **TERMINALES A COMPRESIÓN UN AGUJERO**, de  $120\text{mm}^2$  de sección transversal, protegidos con caños de PVC aún cuando se embutan en pisos o paredes. Pueden considerarse excepciones, en las cuales puede admitirse una sección menor, como por ejemplo para la Caja de Guardia Móvil, aunque la reducción de la sección debe estar avalada por el correspondiente cálculo que debe ser sometido a aprobación de Edenor S.A. en etapa de proyecto ejecutivo, considerando un tiempo de actuación de la protección de 1 segundo, debiéndose adoptar como mínimo  $50\text{mm}^2$ .

**b- Tableros de B.T. en playas intemperie o salas interiores de A.T.:**

Desde la barra de puesta a tierra propia del tablero debe tenderse un **CHICOTE A LA MALLA** con **TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO**.

**2.2.6.6.19. Puesta a tierra de cables apantallados**

La conexión a tierra de una o las dos puntas de la pantalla de los cables blindados es un compromiso entre sobretensiones y sobrecorrientes, respectivamente.

Atendiendo al criterio establecido de considerar un sistema de puesta a tierra para la subestación único y equipotenciado, los blindajes de los cables de comando deben conectarse a tierra en sus dos extremos. Debe considerarse la limitación de los valores de la impedancia de transferencia de los cables.

Casos especiales como cables para transductores y/o de comunicaciones o redes de datos, deben tratarse particularmente en etapa de proyecto ejecutivo, conforme a las indicaciones de cada fabricante. En el caso de decidir conectar una sola punta, debe verificarse que las sobretensiones alcanzadas en la otra

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N°4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
26 (34)

no generen riesgos al personal o a las instalaciones. La consideración de cables con doble blindaje, uno puesto a tierra en un solo extremo y el otro en los dos, puede ser una solución técnica a contemplar en caso de la aparición de problemas de sobretensiones.

#### 2.2.6.6.20. Toma de tierra de los cercos metálicos

Deberán seguirse los criterios establecidos en la norma IRAM 2281 Parte IV, para lo cual deberá preverse un **CABLE 50**, enterrado por debajo del cerco a una profundidad máxima de 0,50m, que constituirá el ELECTRODO DE TOMA DE TIERRA DEL CERCO.

Deberán contemplarse además las consideraciones establecidas en la norma IRAM 2281 Parte IV para las zonas de puertas y portones. Adicionalmente, el portón metálico del camino de transformador que abre hacia el interior de la instalación debe ser conectado a la RPT en cada hoja del mismo mediante un conductor flexible de cobre estañado de 120 mm<sup>2</sup> de sección ubicado del lado interno de la subestación.

Para detalles constructivos remitirse al Plano N°0 00E1102

En general el ELECTRODO DE TOMA DE TIERRA DEL CERCO deberá estar conectado a la malla de la subestación, mediante **CHICOTES A LA MALLA** pero sin **TERMINAL** y con **SOLDADURA** en ambos extremos del tipo "TA".

Los chicotes deberán seguir la línea de los conductores transversales y longitudinales de malla, de modo de no reducir las separaciones ya establecidas para la cuadrícula.

No se considerarán conductores enterrados fuera de la periferia del cerco. Sin embargo, puede llegar a ser necesario estudiar alguna solución especial para limitar las tensiones de paso fuera del perímetro de la subestación, como por ejemplo, la colocación de conductores a varias profundidades graduales, dentro de la subestación y cerca del cerco. Esta, u otras alternativas, deberán ser definidas en etapa de proyecto ejecutivo, de conformidad a los cálculos que debe presentar el Contratista y que deben ser aprobados por Edenor S.A.. La implementación de estas medidas no podrá generar ningún tipo de reclamo por parte del Contratista.

En aquellas instalaciones en que la periferia es de mampostería sin armadura y/o se cuenta con vereda de no menos de 1,80 de ancho y 0,15 cm de espesor (contrapiso, carpeta y baldosas o losetas) no hay necesidad de medidas adicionales de control del gradiente.

Cuando el cerco es de mampostería con alambre de púas a no menos de 2,50 de altura no es necesaria la PAT del mismo.

#### 2.2.6.6.21. Puesta a tierra de la antena de radioenlace

Deberá ejecutarse de conformidad con lo requerido en la ET N° 958 y en los planos N° 472498 y 472499, emitidos por la Gerencia de Telecomunicaciones de Edenor S.A., debiéndose utilizar las últimas versiones emitidas de estos documentos o de los que los reemplacen.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
27 (34)

El sistema anteriormente citado debe vincularse a la cámara de inspección con jabalina profunda prevista en punto 2.2.3 de esta especificación, mediante un único **CHICOTE** con **TERMINAL SOLDADO**, de 120mm<sup>2</sup> de sección, el cual deberá conectarse al anillo externo más profundo del sistema de puesta a tierra de la antena, con **SOLDADURA** tipo "TA". Ver además el Plano N° 000E1103.

### 2.2.7 Espuelas y accesorios para conexión de tierras portátiles

En los planos de detalle se indica en cuáles equipos deben preverse espuelas para conexión de cadenas de puesta a tierra portátiles (las que están fuera del alcance de esta especificación), definiéndose también allí su ubicación y características constructivas.

Debe prestarse especial cuidado en no montar las fijaciones de estas espuelas en los mismos bulones que fijan los terminales de chicotes a las estructuras o a planchuelas de bajadas, ya que las sucesivas maniobras de conexión/ desconexión de las tierras portátiles a las espuelas podrían ocasionar, en caso de no respetarse esta exigencia, el aflojamiento del terminal.

Además, y de conformidad con los planos de montaje de cada equipo o aparato y/o planos y planillas de morsetería del proyecto de la instalación, deberán preverse los accesorios de puesta a tierra de conductores tendidos, de conformidad con las especificaciones técnica ET N° 1.1.0580 y ET EE N° 495.

La práctica general de operación, por cuestiones de seguridad, será conectar cadenas de puesta a tierra portátiles entre las espuelas y los accesorios citados.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
28 (34)

**2.2.8 Conexión a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas de edificios**

Cada edificio que posea su propio sistema de protección contra descargas atmosféricas, cuyo diseño deberá ejecutarse siguiendo los criterios de IEC 61024-1 e IEC 61024-1-2 y está fuera del alcance de esta especificación, deberá contar con una barra de equipotenciación de masas (bonding bar, según las citadas normas IEC), a la cual deberá interconectarse todo el sistema del edificio en cuestión.

Luego, se instalará un único **CHICOTE A LA MALLA**, por cada bonding bar, con **TERMINAL A COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO**, razón por la cual, y dependiendo de las dimensiones de la bonding bar, deberán montarse con la pala en el sentido longitudinal de la planchuela.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ET N° 4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
29 (34)

### **2.3 Características de Operación**

Los aspectos operacionales del sistema de puesta a tierra, tales como tensiones de paso y de contacto, profundidad de enterramiento, etc., conforme al modelo de resistividad del terreno de cada obra en particular, deberán estar avalados por los correspondientes cálculos efectuados según ET 1.1.1 050 y/o a la norma IEEE 80. No deberá ejecutarse ningún trabajo de montaje hasta tanto los cálculos y planos de proyecto ejecutivo no hayan sido aprobados por Edenor S.A..

### **2.4 Acondicionamiento para la Entrega**

Además de los requerimientos establecidos en la ET N°1.1.0001 y en la documentación contractual, el Contratista deberá prever para la ejecución de las **SOLDADURAS**, y al inicio de los trabajos, la cantidad de moldes, de cada tipo, necesarios para ejecutar la cantidad de soldaduras prevista, y calculada en función del rendimiento soldaduras por molde indicado por el fabricante. Todos los moldes deben ser nuevos y sin uso.

Esta condición será verificada por la inspección de Edenor S.A., la que revisará, además, durante el transcurso de los trabajos que los mismos se ejecuten con el resto de herramental (chisperos, manijas, etc.) acordes a la tarea y en buena condición, y que el personal esté equipado con los elementos de seguridad correspondientes al riesgo asociado.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



### 3 ENSAYOS

Los criterios generales a seguir para la consideración de los ensayos y sus protocolos, serán los indicados en la E.T. N° 1.1.0 001.

#### 3.1 Ensayos sobre las soldaduras

a. Antes de iniciarse los trabajos de soldadura deben efectuarse los siguientes Ensayos **Mecánicos** sobre las **SOLDADURAS**:

**a.1) Ensayo de dureza exterior e interior**

Este ensayo se deberá efectuar sobre una **SOLDADURA** de cada tipo a ejecutar, y en presencia de la inspección de Edenor S.A.

Se deberá efectuar conforme al párrafo 8.1.1 de la norma IRAM 2315.

**a.2) Ensayos de tracción**

Este ensayo se deberá efectuar sobre una **SOLDADURA** de cada tipo a ejecutar en presencia de la inspección de Edenor S.A.

Se deberá efectuar conforme al párrafo 8.1.2 de la norma IRAM 2315.

b. Antes del tapado de la red de tierra ejecutada, se deberán efectuar los siguientes ensayos sobre las **SOLDADURAS**:

**b.1) Inspección visual**

Este ensayo se deberá efectuar sobre todas las **SOLDADURAS** realizadas

La soldadura no deberá presentar:

- Excesiva cantidad de escoria, solo se puede observar en forma superficial y en cantidades moderadas.
- Socavaciones profundas
- Poros u otras imperfecciones

Adicionalmente se verificará la integridad mecánica de todas y cada una de las **SOLDADURAS** por algún método no destructivo adecuado.

**b.2) Inspección dimensional**

Este ensayo se deberá efectuar sobre todas las **SOLDADURAS** realizadas

Las medidas de las soldaduras deberán superar en todos los casos la sección del cable empalmado y aceptándose como sección mínima la del cable, es decir que la sección transversal de la soldadura tendrá que ser mayor o igual a la del cable.



**ET N°4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
31 (34)

## **3.2 Ensayos sobre la RPT terminada**

### **3.2.1 Continuidad**

Después del tapado de la red de tierra ya completa, se deberá verificar la continuidad de cada uno de los chicotes con la RPT.

Además, en cada conexión a tierra, debe verificarse la continuidad entre aparato y chicote.

### **3.2.2 Resistencia de la red de puesta a tierra**

La medición deberá efectuarse conforme a IEEE Std. 81 y/o IRAM 2281-2, debiéndose verificar los límites establecidos en los párrafos 2.2.3 y 2.2.4 de esta especificación.

Se deben registrar las condiciones de humedad superficial del terreno y resto de información indicada en las citadas normas.

### **3.2.3 Medición de tensiones de paso y de contacto**

Deberán efectuarse mediciones de tensiones de paso y contacto en ubicaciones convenientes, conforme a la normas IEEE Std. 81 y/o IRAM 2281-2.

La cantidad de mediciones deberá ser de 5 (cinco) en subestaciones con potencia instalada de hasta 160MVA y de 10 (diez) mediciones para mayores.

Los puntos de medición serán definidos por la Inspección de Edenor S.A.

## **3.3 Ensayos sobre Estructuras de Hormigón**

En fábrica y en obra debe controlarse la continuidad del camino de puesta a tierra, interno a la estructura de hormigón, de conformidad con las normas IRAM 1603, IRAM 1605 e IRAM 1585.

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



ET N° 4.1.1 050  
EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A  
TIERRA EN INSTALACIONES AT

Página  
32 (34)

ANEXO I - TABLA RESUMEN DE CONEXIONES

| EQUIPO                                     | CLASE O PARTE                   | BAJADA |                         |                                  | PLANCHUELA                                      | BLOQUETE                              | CHICOTE A LA MALLA |            | CONEXIÓN SUPERIOR                          |
|--|---------------------------------|--------|-------------------------|----------------------------------|---|---------------------------------------|--------------------|------------|--|
|  |                                 | TIPO   | SECCIÓN                 | CHICOTES DE UNIÓN                |   |                                       | CANT               | SECCIÓN    |  |
| CÁMARA DE INSPECCIÓN JABALINA PROFUNDA     | RETICULADA                      | P      | IDEM MALLA (a jabalina) | SOLDADURA CABLE A JABALINA "GF"  | 80x10   | NO APLICA                             | 2                  | IDEM MALLA | TERMINAL SOLDADO                           |
|  | ESTRUCTURA METÁLICA GALVANIZADA | E      | NO APLICA               | NO APLICA                        | VER CASOS PARTICULARES                          | NO APLICA - SÓLO AGUJERO PASANTE CUBO | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO           |
| ESTRUCTURA METÁLICA PINTADA                | TUBULAR                         | E      | NO APLICA               | NO APLICA                        |   | CUBO                                  | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO           |
|  |                                 | E      | IDEM MALLA              | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO |   |                                       |                    |            |  |
| ESTRUCTURA DE HORMIGÓN                     |                                 | E      | IDEM MALLA              | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO |   | IRAM 1585                             | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO           |
|  |                                 | E      | IDEM MALLA              | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO |   |                                       |                    |            |  |
| TRAFO POTENCIA                             | NEUTRO                          | P      | NO APLICA               | NO APLICA                        | 50x5 + 80x10 (HORIZ)                            | NO APLICA                             | 2                  | IDEM MALLA | TERMINAL SOLDADO                           |
|  | CUBA                            | E      | NO APLICA               | NO APLICA                        | NO APLICA                                       | SEGUN FABRICANTE                      | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO           |
| TRAFO SERVICIOS INTERNOS                   | NEUTRO                          | P      | NO APLICA               | NO APLICA                        | 40x3  | NO APLICA                             | 1                  | 120mm2     | TERMINAL SOLDADO                           |
|  | CUBA                            | E      | NO APLICA               | NO APLICA                        | NO APLICA                                       | SEGUN FABRICANTE                      | 1                  | 120mm2     | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO           |
| INTERRUPTORES, SECCIONADORES, ETC.         | ESTRUCTURA                      |        |                         |                                  | VER ESTRUCTURA                                  |                                       |                    |            |  |
|  | ARMARIO                         |        |                         |                                  | IDEM ESTRUCTURA, PERO SIGUIENDO CAMINO SEPARADO |                                       |                    |            |  |
| SECCIONADOR CON CUCHILLA PAT DESCARGADORES | CUCHILLA PAT                    | P      | NO APLICA               | NO APLICA                        | 50x5 + 80x10 (HORIZ)                            | NO APLICA                             | 2                  | IDEM MALLA | TERMINAL SOLDADO                           |
|  | ESTRUCTURA                      |        |                         |                                  | VER ESTRUCTURA                                  |                                       |                    |            |  |
| ANTENA                                     | PROPIA                          | P      | NO APLICA               | NO APLICA                        | 50x5  | NO APLICA                             | 1 (POR FASE)       | IDEM MALLA | TERMINAL SOLDADO                           |
|  | A CÁMARA DE INSPECCIÓN          |        |                         |                                  | SEGUN ET Y PLANOS GCIA. TELECOMUNICACIONES      | NO APLICA                             | 1                  | 120mm2     | TERMINAL SOLDADO (en cámara de inspección) |
| PATAS PÓRTICOS                             |                                 |        |                         |                                  | VER ESTRUCTURA                                  |                                       | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO           |
|  | ASLADORES SOPORTE               |        |                         |                                  | VER ESTRUCTURA                                  |                                       |                    |            |  |

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ANEXO I - TABLA RESUMEN DE CONEXIONES (CONT.)**

| EQUIPO  | CLASE O PARTE                           | TIPO | BAJADA   |   | PLANCHUELA                                | BLOQUETE                            | CHICOTE A LA MALLA |            | CONEXIÓN SUPERIOR                   |
|---|---|------|--|---|---|-------------------------------------|--------------------|------------|-------------------------------------|
|   |   |      | SECCIÓN  | TERMINALES                                      |   |                                     | CANT               | SECCIÓN    |                                     |
| T/I/ TV/ COMBINADOS   | PROPIA                                  | P    | 50 (A CAJA DE BORNES)                                    | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO                | 40x3 (132kV)<br>30x5 (220kV)              |                                     | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO |
|   | TRAMOS ESTRUCTURA PINTADA O DE HORMIGÓN | E    | IDEM MALLA   | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO (a planchuela) | NO APLICA                                 | VER ESTRUCTURA                      |                    |            | NO APLICA                           |
| CADENAS AISLADORES  |   | E    | IDEM MALLA   | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO                | NO APLICA                                 | VER ESTRUCTURA                      |                    |            | NO APLICA                           |
| TABLERO MT  | BARRA PROPIA                            | P    | NO APLICA  | NO APLICA                                       | SEGUN ET TABLERO                          | NO APLICA                           | 2                  | IDEM MALLA | TERMINAL A COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO |
|   | BARRA CANAL                             | P    | NO APLICA  | NO APLICA                                       | 50x5                                      | NO APLICA                           | 2                  | IDEM MALLA | TERMINAL A COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO |
| ARMADURA CABLES MT  | SALIENTES                               | P    | SEGUN CABLE  | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO                | BARRA CANAL TABLERO MT                    | NO APLICA                           |                    |            | NO APLICA                           |
|   | ENTRADA TRAFIO                          | P    | SEGUN CABLE  | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO                | 50x5 (a bajada neutro) -SOLO LADO TRAFIO- | NO APLICA                           |                    |            | NO APLICA                           |
| TERMINAL CABLES AT  |   | P    | NO APLICA  | NO APLICA                                       | 50x5 + 80x10                              | NO APLICA                           | 2                  | IDEM MALLA | TERMINAL SOLDADO                    |
| RESTO PARTES METÁLICAS EN PLAYA INTERPERIE (a conf. con proyecto del sist. de prot. contra descargas atmosf.) | INCLUYE TECHOS                          | E    | A ESTUDIAR ANTE CASOS DE VANDALISMO – AVALAR CON CÁLCULO |   | NO APLICA                                 | A ESTUDIAR EN CADA CASO             | 1                  | 120mm2     | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO    |
|   | ARTEFACTOS ILUMINACIÓN ELEVADOS         | E    | 120mm2   | TERMINAL A COMPRESIÓN UN AGUJERO                | NO APLICA                                 |                                     |                    |            | NO APLICA                           |
|   | BANDEJAS PORTACABLES                    |      |  |   |   |                                     |                    |            |                                     |
|   | CANALES EN PLAYA Y PERCHAS              |      |  |   |   |                                     |                    |            |                                     |
| CANERIAS METÁLICAS (por cada extremo o parte aislada)   | CARPINTERIA METÁLICA INTERIOR           | E    | NO APLICA  | NO APLICA                                       | NO APLICA                                 | NO APLICA                           | 1                  | IDEM MALLA | SOLDADORA CABLE A CAÑO              |
|   | COBRE/POZO AGUA                         | E    |  |   |   |                                     |                    |            |                                     |
|   | ESPECIALES                              | E    |  |   |   | A CONSULTAR CON EMPRESA PRESTATARIA |                    |            |                                     |

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero



**ET N° 4.1.1 050**  
**EJECUCIÓN DE CONEXIONES DE PUESTA A**  
**TIERRA EN INSTALACIONES AT**

Página  
34 (34)

**ANEXO I - TABLA RESUMEN DE CONEXIONES (CONT.)**

| EQUIPO   | CLASE O PARTE | BAJADA |                                       |                                     | BLOQUETE   | CHICOTE A LA MALLA |            | CONEXIÓN SUPERIOR                      |
|--|---------------|--------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------|------------|--|
|  |               | TIPO   | SECCIÓN                               | TERMINALES                          |  | CANT               | SECCIÓN    |  |
| TABLERO BT INTERIOR  | BARRA PROPIA  | P      | 120mm <sup>2</sup><br>(a barra canal) | TERMINAL A<br>COMPRESIÓN UN AGUJERO | NO APLICA  |                    |            | NO APLICA                              |
|  | BARRA CANAL   | P      |                                       | NO APLICA                           | NO APLICA  | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A<br>COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO |
| TABLERO BT EN PLAYA<br>INTERPERIE<br>CABLES BT APANTALLADOS              | BARRA PROPIA  | P      |                                       | NO APLICA                           | NO APLICA  | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A<br>COMPRESIÓN UN AGUJERO    |
|  | CERCOS        |        |                                       |                                     | VER TEXTO DE LA ESPECIFICACIÓN<br>VER TEXTO DE LA ESPECIFICACIÓN |                    |            |  |
| SISTEMA PROT. CONTRA DESCARGAS<br>ATMOSFÉRICAS<br>(por cada bonding bar) |               |        |                                       |                                     | SEGUN IEC 61024-1 Y 61024-1-2                                    | 1                  | IDEM MALLA | TERMINAL A<br>COMPRESIÓN DOBLE AGUJERO |
|  |               |        |                                       |                                     |  |                    |            |  |

Fecha de Edición: 04/2004

Fecha de actualización: 01/06

Revisión: 1

Realizado: Ing. Salvó

Supervisado: Ing. Grinschpun

Aprobado: Ing. Pallero