

Toda impresión del presente documento será considerada como **COPIA NO CONTROLADA**

1	CAMBIO DE RAZÓN SOCIAL	01/09/2022	HAG	JCP	NET
0	EMISIÓN FINAL	02/05/2022	HAG	JCP	RC
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ

LISTA DE REVISIONES

UNIDAD DE EJECUCIÓN DE GASODUCTOS

ENERGÍA ARGENTINA SE RESERVA LA PROPIEDAD DE ESTE DOCUMENTO CON PROHIBICIÓN DE REPRODUCIRLO, MODIFICARLO O TRANSFERIRLO EN TODO O EN PARTE A OTRA FIRMA O PERSONA SIN SU PREVIA AUTORIZACIÓN ESCRITA.



ESPECIFICACION

TITULO:

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

ESPECIALIDAD: ELECTRICIDAD

NUMERO INTERNO ENARSA: GEG-AX-007

NUMERO DE ELABORADO ENARSA:

ENARSA-00-E-ET-0004

Archivo: ENARSA-00-E-ET-0004_1.doc

ESCALA

S/E

HOJA N°
1 de 10

REVISION

1

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Identificación ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 2
	ESPECIFICACION	Revisión 1	de 10

INDICE

1.	OBJETO	3
2.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	3
3.	RECOMENDACIONES BÁSICAS SOBRE LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	5
4.	REALIZACIÓN DE LA ZANJA.....	5
5.	INSTALACIÓN DEL CABLE DE COBRE QUE CONSTITUYE EL ANILLO PERIMETRAL Y LAS JABALINAS INTERCALADAS	6
6.	CONEXIONES A REALIZAR POR COMPRESIÓN HYGROUND EN EL ANILLO PERIMETRAL ENTERRADO.....	7
7.	INSTALACIÓN DEL COLECTOR ANULAR INTERIOR DE TIERRA.....	8
8.	ESTUDIO DE SUELOS.....	8
9.	CÁMARAS DE INSPECCIÓN	9
10.	PANEL PRINCIPAL DE CONEXIONES DE TIERRA.....	9

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Identificación ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 3
	ESPECIFICACION	Revisión 1	de 10

1. OBJETO

El Sistema previsto provee una conexión de baja impedancia de difusión hacia tierra, indispensable para el servicio de radiocomunicaciones y a la vez, imprescindible para la protección eléctrica del personal y de los equipos. La toma constará de una jabalina principal y la cantidad de jabalinas necesarias para la obtención de una resistencia de toma de tierra inferior a 5 (cinco) ohms.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema de Puesta a Tierra previsto ha sido concebido como un anillo cerrado conformado por un electrodo horizontal que rodea perimetralmente el contorno de la estación y la base del mástil de la antena.

El anillo estará constituido por un segmento de cable de cobre de 50mm² de sección mínima, cuyos extremos deberán cerrarse por medio de conexiones realizados por el método de compresión **HYGROUND de FCI (Framatome Connectors)**. Integradas a ese anillo por el mismo tipo de conexión, deberán disponerse jabalinas Copperweld introducidas en el terreno. El sistema **HYGROUND** es un sistema de empalme por conectorizado de compresión irreversible que posee las siguientes ventajas: Acorde con el código NEC, secciones 250-81 y 250-91, el proceso de conexión no implica riesgos, cada conector está marcado claramente con un número de catálogo, se pueden instalar bajo cualquier situación climática, elimina completamente la posibilidad de corrosión por el uso de materiales distintos, se han comprobado con la Estándar IEEE837, cada conexión lleva menos de tres minutos, bajos costos, etc. Para los distintos empalmes se deberá usar el conectorizado adecuado de acuerdo a los diámetros de cables y jabalinas. Existen diversos tipos de conectores, por ejemplo: cable a cable YGL en cruces de 90°, cable a cable tipo YGHC, cable a jabalina tipo YGHP, cables a jabalinas tipo YGHR, etc.

Si bien la resistencia del sistema de toma a tierra debe ser inferior a 5 ohm, la resistencia de las jabalinas independientes, no debe superar los 20 ohm.

El conjunto así formado de cable de cobre y jabalinas, más todas las derivaciones de cobre extraídas del anillo perimetral, una hacia el cerco olímpico, y las otras hacia las jabalinas ubicadas al pie de los tres, seis o nueve amarres del mástil (según altura de torre).

La cantidad de jabalinas reales, sus dimensiones, así como el tipo de material a adicionar en el terreno para mejorar su conductividad, serán resultantes del estudio de suelo a realizar, teniendo como objetivo alcanzar los valores de resistencia de toma a tierra especificados.

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Identificación ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 4
	ESPECIFICACION	Revisión 1	de 10

La forma de anillo que se ha establecido tiene como objetivo crear una zona de equipotencialidad en todo el terreno interior a dicha configuración, mientras que las jabalinas tienen como finalidad captar resistividades más favorables a mayor profundidad, disminuyendo así la resistencia de difusión a tierra y conjuntamente el gradiente de potencial en el borde del anillo.

Vinculado al anillo perimetral por intermedio de la caja de terminación de puesta a Tierra, se dispone un Colector Anular Interior Cerrado, formado por una planchuela de cobre que rodea interiormente al shelter / caseta de comunicaciones.

Las conexiones a tierra imprescindibles de realizar hacia los distintos equipamientos se vincularán al mencionado Colector Anular Interior y deberán efectuarse por medio de conductores de cobre de 16 mm² de sección mínima, aislados bajo doble cubierta plástica, debiendo ser la externa, bicolor amarillo-verde de acuerdo a la Norma IRAM N° 2053 Parte 2.

La instalación de un terminal principal de conexiones a Tierra, que será una placa de cobre (instalada en el pasamuros de coaxiles), minimiza los efectos inductivos provocados por corrientes de impulso de altas frecuencias, debido fundamentalmente a su forma física.

Las corrientes indeseadas que puedan circular por las instalaciones debido a los efectos provocados por las sobretensiones deberán fluir hacia tierra a través de la mencionada placa cada vez que actúen los protectores respectivos.

El objeto del emplazamiento de este panel es provee un punto único de referencia de potencial de tierra a todo el sistema de protección, estableciéndose un vínculo de muy baja impedancia (debido a sus características dimensionales planas) respecto de los electrodos de tierra propiamente dichos.

Este panel principal de conexiones a tierra estará constituido por una chapa de cobre de 0,70 x 0,70 mts, con un espesor mínimo de 4mm, con mecanización prevista para una placa pasamuros exterior Andrew de 12 entradas de 4 pulgadas, con la siguiente especificación, **Multiple Entrance Wall/Roof Feed Thru Plate N° Parte 204573-12**, la cual irá amurada a la pared del shelter o caseta.

La especificación del mecanizado se hará en el momento oportuno por ENARSA.

Al mismo llegarán los cables coaxiles (terminados en su correspondiente conector) provenientes del mástil y mediante una abrazadera se fijarán a una escuadra de cobre instalada debajo de cada entrada de cable coaxil.

Cabe advertir que los protectores coaxiles se deberán instalar en los conectores de entrada y su masa rígidamente conectada al panel de cobre, resultando de

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Identificación ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 5
	ESPECIFICACION	Revisión 1	de 10

esta forma que todos poseerán el mismo punto de referencia de potencial de tierra, lo cual asegurará el correcto funcionamiento de dichos protectores.

Es fundamental señalar que desde este panel deberá partir un fleje de cobre de 25mm de ancho por 4mm de espesor que se extenderá hasta la caja de terminación de puesta a tierra, por el exterior del shelter.

En la misma se conectará con el cable de terminación de puesta a tierra proveniente de la cámara de inspección (jabalina principal).

El mástil dispondrá de un colector de rayos vinculado al anillo perimetral a través de una bajada conformada por un cable de cobre de 50mm². La bajada del colector de rayos ira vinculada a la jabalina de pararrayo y a su vez con el anillo perimetral por intermedio de un conductor de cobre de 50 mm² de sección con doble aislación.

3. RECOMENDACIONES BÁSICAS SOBRE LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Es imprescindible realizar el zanjeo y la instalación del anillo perimetral con las jabalinas intercaladas (incluidas las uniones por HYGROUND que serán necesarias realizar al conductor que conforma dicho anillo), previo a la edificación propiamente dicha y durante la etapa de replanteo o demarcación de límite de contorno de planta.

En el caso de las derivaciones que parten del anillo perimetral, puede demorarse la ejecución del zanjeo hasta otra etapa posterior; de adoptarse ese criterio, luego de haberse realizado la imprescindible soldadura de conexión al anillo, podrán dejarse los correspondientes cables arrollados sobre el terreno para su posterior prolongación.

Cabe hacer mención acerca de una especial advertencia en lo que se refiere a las vinculaciones del Conductor Neutro de la línea de suministro eléctrico que alimentara a este tipo de Caseta.

Al respecto queda expresamente prohibida la conexión del Neutro al Sistema de Puesta a Tierra planificado en este método.

4. REALIZACIÓN DE LA ZANJA

El zanjeo necesario para alojar el anillo perimetral enterrado deberá hacerse a una distancia de 1,60 m de ras exterior de las paredes que conforman la Caseta o Shelter de acuerdo al esquema de anillo.

Deberá tenerse en cuenta que habrán de realizarse al mismo, 3 derivaciones desde el anillo perimetral hacia los anclajes de la torre, para lo cual habrá de prolongarse el zanjeo perimetral en las direcciones correspondientes.

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Identificación ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 6
	ESPECIFICACION	Revisión 1	de 10

En el caso particular de la derivación que sale al cerco olímpico no sería necesario prolongar la zanja, pues se podrá derivar directamente con un conductor de 50 mm² con doble aislación que se dirigirá a las riendas correspondientes.

La figura que conforma la zanja que corresponde realizar para la instalación del anillo perimetral enterrado para estas Casetas, tiene una longitud aproximada de 21mts. A esto deberá sumarse una longitud adicional de la zanja necesaria para efectuar las derivaciones cuyo computo dependerá de la ubicación de los anclajes de la torre.

El ancho normal de la zanja podrá ser el coincidente con la dimensión de una pala de punta, excepto en los sitios demarcados en donde se instalarán las jabalinas seccionales en los que deberá preverse un ensanchamiento adicional a fin de dar lugar a la introducción del operario que deberá efectuar la unión con los dispositivos HYGROUND entre el conductor del anillo perimetral y cada una de las jabalinas seccionales correspondiente. La profundidad de la zanja será de 60cm.

El piso de la zanja deberá ser horizontal y paralelo al plano del piso del edificio. Las esquinas no deberán ser rectas, debiéndose realizar un trazado curvo de un radio no menor a 0,30 mts.

La tierra con que se cubrirán los primeros 0,20 m del fondo de la zanja deberá estar mezclada con coque o bentonita y humectarse hasta lograr un firme grado de compactación. Luego se rellenará con tierra tamizada formando una capa de 20 cm, siendo la última capa de pedregullo del lugar.

5. INSTALACIÓN DEL CABLE DE COBRE QUE CONSTITUYE EL ANILLO PERIMETRAL Y LAS JABALINAS INTERCALADAS

Una vez realizada la zanja deberá demarcarse los lugares precisos donde serán instaladas las jabalinas seccionales.

En los sitios de ubicación de las jabalinas deberá ensancharse la zanja de acuerdo a lo expresado en el Apartado 4 precedente, para facilitar la operación de empalme por HYGROUND que deberá realizarse en dichos puntos.

Inmediatamente de concluida la zanja se procederá en primer término a la instalación de las jabalinas, realizando la perforación, acondicionamiento del terreno (agregado de coque, bentonita o algún gel para mejorar la conductividad del terreno) y luego colocación de las mismas con su dispersor y uniones por el método HYGROUND.

Dispuestas ya las cabezas de todas las jabalinas a 0,10 mts sobre el lecho de la zanja deberá tenderse el cable de cobre de 50 mm² de sección siguiendo la trayectoria rectilínea del eje longitudinal de la zanja de manera tal de hacer

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Identificación ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 7
	ESPECIFICACION	Revisión 1	de 10

coincidir los extremos de dicho conductor exactamente sobre cualquiera de las jabalinas.

Habrán de emplearse entonces grapas tipo "U" fabricadas en sitio con segmentos cortados de varillas de hierro de 4 mm de diámetro que deberán ser clavadas en el terreno, asegurando así al cable sobre el lecho de la zanja a la vez que se lo mantiene de esa manera junto a las jabalinas a las que habrá de soldarse.

6. CONEXIONES A REALIZAR POR COMPRESIÓN HYGROUND EN EL ANILLO PERIMETRAL ENTERRADO

Habiendo quedado dispuestas las jabalinas junto al conductor perimetral de cobre se deberá dar comienzo a la operación de EMPALMES POR COMPRESION, para lo cual se ira disponiendo sucesivamente de los **conectores apropiados** en cada uno de los puntos de conexión: jabalina-cable.

Deberá comprobarse previamente a cada operación de empalme el cable y la jabalina a ser unidos estén limpios y exentos de humedad.

Se recomienda a quienes tengan a cargo la ejecución de las tareas indicadas en este documento, seguir fielmente las instrucciones, secuencias y precauciones que el proveedor de este tipo de empalmes por compresión debe brindar.

Deberá prestarse especial atención en el caso singular del empalme a efectuar en la jabalina ubicada en la cámara de inspección principal, ya que en dicho punto debe establecerse una vinculación segura, eficaz e inalterable entre el anillo perimetral, la jabalina y la derivación correspondiente a la jabalina del pararrayo.

Con similar precaución deberá efectuarse los empalmes en el anillo perimetral, para las derivaciones a las riendas.

Asimismo, los hierros principales que sean utilizados en calidad de armadura del hormigón correspondiente a la fundación de la Caseta/ base de Shelter (barras redondas de vigas, columnas, mallas, etc.) deberán conectarse al menos en 4 puntos al anillo perimetral en el lugar más cercano disponible.

Dicha conexión se hará mediante cable de cobre de 35 mm² de sección bajo doble aislaron de P.V.C., pero en este caso tanto el extremo que se fije al hierro como el que vaya conectado al anillo perimetral deberá vincularse mediante el conector adecuado de HYGROUND.

También, en el caso de instalación de un shelter, se dejarán cuatro conexiones previstas para conectar la estructura metálica del mismo al anillo. Esta vinculación se realizará a través de la malla metálica de la platea, previendo en su construcción la unión a la misma de cables de cobre de 50 mm², mediante

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Identificación ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 8
	ESPECIFICACION	Revisión 1	de 10

empalmes por compresión, en 4 puntos a definir. El cable deberá poseer doble vaina de protección de PVC amarilla y verde según Norma IRAM N° 2053 Parte 2 y del lado del shelter se utilizarán terminales adecuados.

Deberá guardarse especial recaudo en revestir toda la zona de los hierros afectada por este empalme, mediante masilla plástica aplicada abundantemente y presionada sobre toda la masa de cobre procurando así tapar todos los sectores que hubieran quedado descubiertos de ese metal.

Sobre la cobertura de masilla plástica habrá luego de realizarse una doble envoltura con cinta plástica no adhesiva solapada al 50 % a fin de evitar con todo este procedimiento, cualquier proceso corrosivo provocado por la formación de pares galvánicos entre hierro y cobre.

Además, será necesario vincular el cerco olímpico con el anillo, llevando su conexión hasta la derivación de rienda más cercana al anillo. La profundidad bajo tierra de dicho conductor será aproximadamente 15 cm del nivel del terreno.

7. INSTALACIÓN DEL COLECTOR ANULAR INTERIOR DE TIERRA

El colector anular, el cual será instalado en el perímetro del shelter/caseta, será una planchuela de cobre de 25mm de ancho por 4mm de espesor.

Deberán conectarse a esta planchuela todos los equipamientos, mediante cables flexibles de cobre de 16 mm² de sección aislados en P.V.C. verde y amarillo en cuyos extremos se fijarán por medio de morsetos adecuados al diámetro del cable.

Cabe hacer notar que resulta conveniente la implementación de este anillo con un solo tramo de planchuela de tal manera que se cierre en el Panel principal de conexiones a tierra donde deberá ir conectado (entrada de coaxiales).

8. ESTUDIO DE SUELOS

Se deberá realizar un estudio de suelo por parte de la contratista y a su completo cargo. Previo a su ejecución debe ser aprobado el protocolo conteniendo las medidas a realizar. Incluirá medidas de pH, resistividad específica y aquellas que se consideren relevantes para el trabajo a realizar.

A efectos de minimizar el desgaste de la jabalina principal y las secundarias y de acuerdo al estudio de suelos, se deberán instalar jabalinas descartables de zinc o de magnesio.

La fórmula a emplear para el cálculo del peso del electrodo a utilizar es el siguiente:

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Identificación ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 9
	ESPECIFICACION	Revisión 1	de 10

$$\text{PESO ELECTRODO} = \frac{\text{SUP. LATERAL DE HIERRO ENTERRADO} \times 2010}{\text{CAPACIDAD ELECTROQUÍMICA ÁNODO} \left[\frac{\text{Ah}}{\text{Kg}} \right]}$$

Se considerará un valor de la cap. electroquímica del zinc 740 Ah/Kg y para el magnesio 1100 Ah/Kg.

Esta/s jabalina/s se interconectará con el resto por medio de dispersores, con sus correspondientes cámaras de inspección, similares a la de la puesta a tierra principal.

La cantidad de ánodos a instalar será resultante del estudio de suelos, y su posición será propuesta para su aprobación por ENARSA, y deberá normalizarse para todas las estaciones una vez aprobada.

9. CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Las cámaras de inspección deberán construirse de ladrillos comunes y material, o bien con anillos premoldeados previa aprobación de ENARSA, con las correspondientes perforaciones para la acometida de cañeros plásticos, cuando sea necesario.

Cuando el cable de puesta a tierra perimetral acometiera a la cámara por una zanja, sin cañero plástico, la pared de la misma deberá poseer los conectores de PVC rígido o boquillas, dispuestos a tal fin.

La tapa deberá ser metálica, robusta, con un espesor mínimo de 4 mm, pintada de color azul (de acuerdo a norma para instalaciones eléctricas), y la superficie exterior de la tapa deberá poseer algún tratamiento antideslizante.

El material propuesto y su tratamiento anticorrosivo previo, será propuesto por la contratista para su aprobación por ENARSA.

La cámara de inspección principal estará instalada a no más de 1 metro del acceso a la caseta y debajo de la entrada de coaxiales al shelter. La conexión desde la cámara hasta la terminación de la puesta a tierra se realizará con cable de cobre de 50mm² de sección, con doble aislación de PVC.

El mismo llegará hasta el shelter dentro de un caño de PVC tipo extra reforzado, cuyo diámetro interno será de 34mm y el externo de 41,9mm.

La jabalina correspondiente a la bajada del pararrayo deberá poseer una cámara de inspección circular, de fundición de aluminio, hierro o bronce, para permitir la inspección visual del estado del empalme por compresión, y su vinculación efectiva con la jabalina ubicada en la cámara de inspección anterior.

10. PANEL PRINCIPAL DE CONEXIONES DE TIERRA

Las dimensiones del pasamuros exterior y de la placa de cobre principal de conexiones a tierra se especifican en el plano ENARSA-00-E-PT-0019 y ENARSA-00-E-PT-0032.

	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	<i>Identificación</i> ENARSA-00-E-ET-0004	Pág. 10
	ESPECIFICACION	<i>Revisión</i> 1	de 10

La mecanización de la placa de conexiones a tierra se detalla en el plano anterior y en el ENARSA-00-E-PT-0033.