



**1. Verificar construcción de empalme eléctrico, de acuerdo con pliego técnico normativo RIC N°1.**

El Pliego Técnico Normativo RIC N° 01, emitido por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) de Chile, establece directrices detalladas para la construcción y disposición de empalmes eléctricos en instalaciones de consumo.



## Condiciones generales para la construcción de empalmes eléctricos:



## **Ubicación de la Caja de Empalme:**

La caja de empalme debe instalarse en la fachada exterior de la edificación, dentro de un semicírculo de 15 metros de radio desde la puerta principal de acceso a la propiedad.

Si la edificación se encuentra fuera de este perímetro, la caja debe ubicarse en un poste cercano al cierre de la propiedad o en un nicho habilitado especialmente para esta finalidad.



## Accesibilidad y Seguridad:

La unidad de medida debe ser fácilmente accesible para su lectura, control y mantenimiento, sin posibilidad de manipulación por parte de terceros.

En instalaciones de alumbrado público y recarga de vehículos eléctricos en bienes nacionales de uso público, la altura mínima de montaje es de 2,5 metros.



## Canalización de Alimentadores:

Los alimentadores que unen el equipo de medida con el primer tablero de la instalación deben canalizarse a través de ductos con un diámetro mínimo de 32 mm.

Estos ductos deben permitir la ampliación de la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.



## Recintos de Empalmes:

Los recintos destinados al montaje de cajas de empalmes deben cumplir con requisitos específicos de accesibilidad, iluminación, ventilación y resistencia al fuego.

La altura mínima de instalación de las cajas de empalme es de 0,8 metros y la máxima de 2,1 metros desde el nivel del piso terminado.



## Condiciones Técnicas Específicas:



## 1. Protección de Empalmes:

- El alimentador o arranque debe contar con una protección que se ubicará en el primer recinto o gabinete de empalmes.
- Las curvas de operación de los limitadores o protecciones deben ser de la curva más lenta de operación, a menos que un estudio técnico de coordinación y selectividad de protecciones lo respalde.

## 2. Empalmes Subterráneos:

- Deben ser mecánicamente resistentes, con adecuada conductividad eléctrica, aislados y sellados efectivamente para evitar el ingreso de agua.
- En zonas con alto nivel pluviométrico, se deben utilizar conductores y accesorios aptos para trabajar sumergidos.

### 3. Empalmes de Media Tensión:

- Las celdas de los empalmes de media tensión deben estar separadas a una distancia mínima de 1,5 metros de los demás tableros eléctricos de baja tensión.
- Los empalmes de media tensión cuya potencia sea igual o superior a 500 kW deben contar con un interruptor de poder o reconectador que cuente con funciones específicas de protección.

## Requisitos Adicionales:

- **Volumen Disponible:** Se debe dejar disponible al menos un 15% del volumen utilizado por los empalmes proyectados, para futuras ampliaciones.
- **Ductos para Canalización:** Se debe prever canalización para futuras cargas de iguales características que la canalización principal.
- **Separación de Servicios:** Está prohibido que los ductos de agua o gas crucen por el interior de los recintos donde se ubican los empalmes eléctricos.

## **Criterios generales para empalmes eléctricos:**



## **Conexión a la Red de Distribución:**

Toda instalación de consumo debe conectarse al sistema de distribución a través de un empalme ejecutado conforme a las normas establecidas.

En ausencia de normas específicas, se aceptarán los estándares constructivos propios de cada empresa distribuidora, siempre que cumplan con las disposiciones normativas vigentes y sean de libre acceso para los usuarios.



### **Determinación de la Capacidad del Empalme:**

La capacidad del empalme se determinará en función de la potencia total instalada, ajustándola a valores normalizados según el anexo 1.3 del pliego.

La potencia máxima del empalme no debe superar la potencia total instalada, salvo en casos específicos establecidos en el punto 5.2.1 del Pliego Técnico Normativo RIC EMPALMES TRIFÁSICOS N°10.



### **Accesibilidad y Seguridad:**

Los empalmes deben ser fácilmente accesibles para su lectura, control y mantenimiento, sin posibilidad de manipulación por parte de terceros.

En instalaciones de alumbrado público y recarga de vehículos eléctricos en bienes nacionales de uso público, la altura mínima de montaje de las unidades de medida será de 2,5 metros, asegurando que no exista acceso y manipulación por terceros.



## **Separación de Servicios:**

Los recintos destinados al montaje de cajas de empalmes deben estar exclusivamente dedicados a instalaciones eléctricas.

Está prohibido instalar empalmes o equipos de medida de otros servicios, como agua potable o gas, en estos recintos. Además, no deben utilizarse como lugar de estadía de personal, bodega ni como lugar de almacenamiento de ninguna especie.



## Protección de Empalmes:

El alimentador o arranque debe contar con una protección que se ubicará en el primer recinto o gabinete de empalmes.

Las curvas de operación de los limitadores o protecciones de los empalmes de baja tensión deberán ser de la curva más lenta de operación, salvo que un estudio técnico de coordinación y selectividad de protecciones lo respalde.



## Prohibiciones Específicas:

- Está prohibido que los ductos de agua o gas crucen por el interior de los recintos donde se ubican los empalmes eléctricos.
- Está prohibido realizar derivaciones desde el alimentador o conductores que conectan el empalme con el primer tablero de la instalación.

Ahora, vamos directo a los **componentes fundamentales de un empalme eléctrico**, especialmente enfocado a lo que exige la normativa chilena RIC N°1, pero aplicable también en términos generales a cualquier sistema de conexión eléctrica entre una red de distribución y una instalación de consumo.



## Componentes de un empalme eléctrico:



## Caja de empalme:

- Es el contenedor donde se realiza la conexión entre los conductores de la red de distribución y los de la instalación del usuario.
- Debe ser **hermética, resistente** al ambiente y de fácil acceso para mantenimiento.

## Conductores eléctricos:

- Son los cables que conectan el punto de suministro con el tablero principal del usuario.
- **Tipos:**
  - **Alimentadores:** Desde el punto de conexión hasta la protección principal.
  - **Derivaciones individuales:** Hacia los circuitos interiores.

## Dispositivos de protección:

- Protegen la instalación contra **sobrecargas, cortocircuitos y fugas a tierra.**
- **Ejemplos:**
  - Interruptor termomagnético
  - Interruptor diferencial
  - Fusibles (en algunos casos)

## Equipo de medida (medidor):

- Registra el consumo eléctrico del cliente.
- Debe estar ubicado en un lugar accesible, visible y protegido.
- Puede ser: Monofásico, Trifásico, Inteligente (con monitoreo remoto).

## Gabinete o nicho de medida:

- Recinto físico donde se instala el medidor y los dispositivos de protección.
- Debe cumplir requisitos de **ventilación, accesibilidad y seguridad**.

## Ductos o canalizaciones:

- Tubos o canaletas que protegen y organizan los conductores desde el empalme hasta el tablero eléctrico.
- Materiales comunes: PVC, EMT, acero galvanizado.

## Sistema de puesta a tierra:

- Elemento esencial de seguridad.
- Asegura que cualquier fuga de corriente se derive al suelo, evitando riesgos para personas y equipos.
- **Incluye:** conductor de tierra, varilla o malla de puesta a tierra.

## Conectores o uniones:

- Accesorios para unir de forma segura los conductores.
- Deben ser del material adecuado (por ejemplo, cobre-cobre o aluminio-aluminio) y tener buena conductividad.

## Extra: En instalaciones más complejas

- **Transformador** (si el empalme es en media tensión).
- Celdas de protección.
- **Interruptores de poder o reconectores** (en empalmes industriales grandes).

## **Criterios constructivos de un empalme eléctrico según RIC N° 01:**



## 1. Ubicación de la Caja de Empalme

- La caja de empalme debe instalarse en la fachada exterior de la edificación, dentro de un semicírculo de 15 metros de radio desde la puerta principal de acceso a la propiedad.
- Si la edificación se encuentra fuera de este perímetro, la caja debe ubicarse en un poste cercano al cierre de la propiedad o en un nicho habilitado especialmente para esta finalidad.

## 2. Accesibilidad y Seguridad

- La unidad de medida debe ser fácilmente accesible para su lectura, control y mantenimiento, sin posibilidad de manipulación por parte de terceros.
- En instalaciones de alumbrado público y recarga de vehículos eléctricos en bienes nacionales de uso público, la altura mínima de montaje es de 2,5 metros.

### 3. Canalización de Alimentadores

- Los alimentadores que unen el equipo de medida con el primer tablero de la instalación deben canalizarse a través de ductos con un diámetro mínimo de 32 mm.
- Estos ductos deben permitir la ampliación de la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

## 4. Recintos de Empalmes

- Los recintos destinados al montaje de cajas de empalmes deben cumplir con requisitos específicos de accesibilidad, iluminación, ventilación y resistencia al fuego.
- La altura mínima de instalación de las cajas de empalme es de 0,8 metros y la máxima de 2,1 metros desde el nivel del piso terminado.

## 5. Protección de Empalmes

- El alimentador o arranque debe contar con una protección que se ubicará en el primer recinto o gabinete de empalmes.
- Las curvas de operación de los limitadores o protecciones deben ser de la curva más lenta de operación, a menos que un estudio técnico de coordinación y selectividad de protecciones lo respalde.

## 6. Empalmes Subterráneos

- Deben ser mecánicamente resistentes, con adecuada conductividad eléctrica, aislados y sellados efectivamente para evitar el ingreso de agua.
- En zonas con alto nivel pluviométrico, se deben utilizar conductores y accesorios aptos para trabajar sumergidos.

## 7. Separación de Servicios

- Está prohibido que los ductos de agua o gas crucen por el interior de los recintos donde se ubican los empalmes eléctricos.
- Los recintos de empalmes eléctricos podrán utilizarse también para instalar en ellos los empalmes destinados a servicios de comunicaciones, los cuales deberán estar separados de los eléctricos por un panel divisorio de material no combustible.

Haz finalizado.



**2. Diseñar la puesta a tierra en una instalación eléctrica de uso general, de acuerdo con requisitos de seguridad eléctrica según el pliego técnico normativo RIC N°6.**

Vamos a diseñar un **sistema de puesta a tierra (SPT)** para una instalación eléctrica de **uso general**, siguiendo los criterios y requisitos de **seguridad eléctrica** del **Pliego Técnico Normativo RIC N°6** de la **SEC**.



## 1. Objetivo del Diseño:

Diseñar un sistema que:

- Garantice la seguridad de personas y equipos.
- Evite tensiones peligrosas en partes metálicas.
- Permita el funcionamiento correcto de protecciones eléctricas.



## 2. Datos base de la instalación:

Supongamos una **vivienda o local comercial** con:

- Alimentación: Trifásica 220/380 V
- Potencia instalada: 15 kW
- Tipo de terreno: suelo húmedo arcilloso
- Longitud estimada del electrodo: 2.4 m



### 3. Elección del tipo de electrodo de puesta a tierra:

Recomendación según RIC N°6: El electrodo puede ser varilla de cobre, cinta de cobre enterrada o malla de cobre.

Elegimos: **Varilla de cobre de 5/8" de diámetro y 2,4 m de largo.**



#### 4. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra:

Requisito:

- **RIC N°6 exige resistencia  $\leq 20$  ohmios** para la puesta a tierra de servicio.
- Si se usa protección diferencial, puede llegar hasta  $80 \Omega$ .

Fórmula estimada para varilla:

$$R = \frac{100}{L} \cdot \ln \left( \frac{4L}{d} \right)$$



## 5. Conductor de puesta a tierra:

Requisitos según RIC N°6:

- Mínimo 25 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo.
- Uniones soldadas o con conectores aprobados.
- Materiales resistentes a la corrosión (¡no aluminio!).



## 6. Caja de inspección (camarilla):

- Debe instalarse para facilitar la medición de resistencia.
- Mínimo 30x30 cm o tubo de 160 mm de diámetro.
- Tapa con acceso visible y señalización.



## 7. Conexiones a la instalación:

Unir el electrodo de tierra con:

- **El neutro** de la instalación en el punto de ingreso.
- **El tablero general**, uniendo las masas metálicas (tierra de protección).

El neutro se debe conectar a tierra lo más cerca posible del empalme.



## 8. Verificación y medición:

Medir con **telurómetro** para asegurar que la resistencia es  $\leq 20 \Omega$ .



La **puesta a tierra** es uno de los aspectos más importantes en cualquier instalación eléctrica, ya que garantiza la **seguridad de las personas**, la **protección de equipos** y el correcto **funcionamiento del sistema eléctrico**.



## ¿Qué es la puesta a tierra?

Es el sistema que **conecta partes metálicas de una instalación eléctrica directamente con la tierra**, para que en caso de fallas o fugas de corriente, esta se derive de forma segura al suelo, evitando riesgos de choque eléctrico.



## Esquemas de conexión a tierra más comunes:



## Sistema TT (Tierra-Tierra):

- **Descripción:** La red de distribución tiene su propia puesta a tierra, y el usuario instala **una tierra independiente para su instalación.**
- **Usado en:** Instalaciones residenciales e industriales.
- **Ventaja:** Simplicidad.
- **Riesgo:** Requiere protección diferencial eficaz.



## Sistema TN (Tierra-Neutro):

Tiene tres variantes: **TN-S, TN-C, TN-C-S**

### TN-S (Tierra separada)

- Conductores de tierra (PE) y neutro (N) **separados desde el origen.**
- Muy seguro y ordenado.



### TN-C (Combinado):

- Neutro y tierra **combinados** en un solo conductor (PEN).
- Más económico pero **menos seguro**.

### TN-C-S (Sistema mixto):






- Usa un solo conductor PEN desde la red, y se **separa en PE y N dentro de la instalación**.
- Muy común en instalaciones modernas.



### **Sistema IT (Aislado de tierra):**

- **No hay conexión directa a tierra** en el neutro del transformador; puede haber una impedancia de alto valor.
- La instalación sí está conectada a tierra.
- **Usado en:** Hospitales, laboratorios, donde **es vital mantener continuidad eléctrica incluso con una falla.**

## Importancia de la puesta a tierra:

Beneficio	Descripción
 Seguridad de personas	Evita descargas eléctricas al derivar fugas de corriente.
 Protección de equipos	Reduce el daño por sobretensiones o fallas de aislamiento.
 Estabilidad del sistema	Mejora el comportamiento de protecciones (como diferenciales o disyuntores).
 Descarga de energía estática	Útil en sistemas de telecomunicaciones, industrias electrónicas, etc.
 Protección contra rayos	Facilita la descarga de energía atmosférica a tierra (con pararrayos).

El **Pliego Técnico Normativo RIC N° 06** de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) de Chile establece criterios y exigencias generales para los sistemas de **puesta a tierra (SPT)** en instalaciones de uso general.



## **Criterios generales para sistemas de puesta a tierra:**



## 1. Objetivos del sistema de puesta a tierra:

El SPT debe:

- Garantizar la seguridad de las personas y equipos.
- Conducir y disipar corrientes de falla, electrostáticas y de rayo.
- Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- Realizar una conexión de baja impedancia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

## 2. Resistencia de Puesta a Tierra:

- La resistencia de puesta a tierra de servicio no debe superar los **20 ohmios**.
- En instalaciones de baja tensión que cumplan con ciertos requisitos, este valor puede elevarse hasta **80 ohmios**.

### 3. Conductor Neutro:

- El conductor neutro debe conectarse a una puesta a tierra de servicio.
- La conexión debe realizarse en un punto lo más próximo posible al empalme.
- El conductor neutro proveniente de la red pública será de una sección como mínimo igual a la sección de los conductores de fase.

## 4. Protección General:

- El conductor neutro de la instalación se deberá proteger a través de un **interruptor de corte omnipolar**, que actúe simultáneamente sobre la fase y el neutro.
- Esta condición se aplicará en las protecciones generales de cada instalación eléctrica.

## 5. Sección del Conductor de Protección:

- La sección del conductor de puesta a tierra de protección será determinada según las corrientes de falla esperadas y el tiempo de exposición a dichas corrientes, sin experimentar deterioro.
- La sección mínima del conductor que compone la puesta a tierra de protección será de **25 mm<sup>2</sup>**.

## 6. Uniones y Conexiones:

- Las uniones entre electrodos y conductores deben asegurar continuidad eléctrica y ser resistentes a la corrosión.
- Se prohíbe el uso de materiales como aluminio, aleaciones de aluminio, fierro o acero no protegido para aplicaciones en contacto directo con el suelo.

## 7. Accesibilidad para Medición:

- Todo sistema de puesta a tierra debe contar con un punto accesible de medición, como una camarilla o caja de registro.
- El diámetro mínimo de la camarilla de registro de puesta a tierra no deberá ser inferior a **160 mm** y, cuando se utilicen cajas o cámaras de registro, sus dimensiones serán como mínimo de **30 x 30 cm**.

Haz finalizado.



**3. Verificar sistema de puesta a tierra en instalaciones eléctricas de uso general, de acuerdo con el pliego técnico normativo RIC N°6.**

Para verificar el **sistema de puesta a tierra (SPT)** en instalaciones eléctricas de uso general, conforme al **Pliego Técnico Normativo RIC N° 06** de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) de Chile, es necesario realizar una serie de inspecciones y mediciones técnicas.



## Procedimiento de medición de resistencia de puesta a tierra:



## 1. Objetivo de la medición:

- Verificar que la **resistencia del sistema de puesta a tierra sea igual o menor a 20 ohmios** (o hasta 80 ohmios en condiciones especiales, si se usa protección diferencial).
- Garantizar la seguridad de las personas y la correcta operación de dispositivos de protección.



## 2. Equipos necesarios:

- **Telurómetro** (medidor de resistencia de tierra).
- **Piquetes de prueba** (electrodos auxiliares: H y S).
- Cables de prueba.



### 3. Preparación del sitio:

- Ubique la caja de inspección del sistema de tierra.
- **Desconecte el conductor de tierra** del sistema que se va a medir, para evitar interferencias de otras puestas a tierra conectadas.
- Seleccione un espacio abierto de terreno natural para clavar los electrodos auxiliares en línea recta respecto del electrodo bajo prueba.



#### 4. Disposición de los electrodos:

- **Piquete de corriente (H):** Se clava a unos **20 a 50 metros** del electrodo de tierra.
- **Piquete de potencial (S):** Se ubica entre el electrodo de tierra y el piquete H, a aproximadamente **el 62% de la distancia total**.

[Electrodo Tierra] -----62%----- [Piquete S] -----38%----- [Piquete H]

## 5. Procedimiento de medición:

### 1. Conecte el telurómetro:

- Terminal C1 → al electrodo de tierra (poste de prueba)
- Terminal P2 → al piquete S (de tensión)
- Terminal C2 → al piquete H (de corriente)



2. Encienda el telurómetro y realice la medición.

3. **Registre el valor de resistencia** (en ohmios).

4. Para verificar la precisión de la lectura, mueva el piquete S unos 5 metros hacia adelante y hacia atrás. Si las tres mediciones varían  $\leq 5\%$ , el valor es confiable.



## 6. Evaluación del resultado:

Valor Medido	Evaluación
$\leq 20 \Omega$	✓ Cumple con RIC N°6
21–80 $\Omega$	⚠ Aceptable <b>solo si se utilizan protecciones diferenciales</b>
$> 80 \Omega$	✗ No cumple – se debe mejorar el sistema (más electrodos, conductores, etc.)

## 7. Recomendaciones adicionales:

- Realice mediciones con el terreno **húmedo** si es posible (después de lluvia, o riego previo).
- Verifique que no haya interferencias eléctricas o conexiones paralelas activas.
- Registre todos los datos en un **informe técnico** con plano de ubicación de piquetes, valores medidos y condiciones climáticas.



El Pliego Técnico Normativo RIC N°6 establece que la resistencia eléctrica del sistema de puesta a tierra (SPT) debe ser verificada mediante métodos apropiados y reconocidos, especialmente:

- ✓ **Método de caída de potencial (fall-of-potential).**
- ✓ **Medidor tipo pinza (clamp meter).**



## 1. Método de Caída de Potencial (Fall-of-Potential):

Fundamento: Basado en la **ley de Ohm ( $R = V/I$ )**. Se mide la resistencia entre el electrodo bajo prueba, un electrodo de corriente auxiliar y un electrodo de potencial auxiliar.



### Procedimiento:

- Clavar dos piquetes auxiliares: uno de **corriente (H)** y otro de **potencial (S)**.
- Medir la resistencia conectando los terminales del telurómetro.
- Realizar varias mediciones moviendo el piquete de potencial (S)  $\pm 5\%$  para asegurar **consistencia**.
- Si las mediciones no varían más de un 5%, el resultado es confiable.

## Requisitos según RIC N°6:

- **$R \leq 20 \Omega$**  en general.
- **$R \leq 80 \Omega$**  en casos con protección diferencial.

## 2. Método con Medidor de Pinza (Clamp Meter):

Fundamento: Utiliza **inducción electromagnética** para medir la resistencia sin desconectar el sistema.



**Procedimiento:**

- Colocar la pinza en el conductor de tierra.
- El equipo inyecta una señal y mide la corriente inducida.
- Calcula automáticamente la resistencia.



## ¿Cuál método recomienda el RIC N°6?

- Se garantice la precisión de la medición.
- Se usen equipos calibrados y certificados.
- Se registre el método utilizado en el **informe técnico de verificación**.

## Recomendación práctica:

Situación	Método sugerido
Nueva instalación	Caída de potencial
Sistema activo (sin corte)	Medidor tipo pinza
Alta precisión requerida	Caída de potencial
Sitio urbano/restringido	Pinza o método híbrido

Ahora, hablemos de como cuando un sistema de **puesta a tierra existente no cumple con la resistencia exigida** por la normativa (RIC N°6), se deben aplicar **métodos de corrección**, considerando tanto el **valor de resistencia medido** como la **composición del terreno**.



## ¿Cuándo aplicar correcciones?

- Si la **resistencia** > **20  $\Omega$**  (en instalaciones sin protección diferencial).
- Si la **resistencia** > **80  $\Omega$**  (en instalaciones con protección diferencial).
- Si las **condiciones del terreno** dificultan la disipación de corriente (roca, terreno seco, etc.).

## Métodos de corrección de resistencia:



## 1. Agregar más electrodos

- Lo más efectivo y recomendado.
- Instalar **varillas adicionales** conectadas entre sí y separadas entre 2 a 3 veces la longitud de cada una.
- Conexión con conductor de cobre desnudo o cinta de cobre, según la normativa.
- *Ideal para terrenos con espacio disponible.*

## 2. Aumentar la longitud del electrodo

- Si usás varillas de 2,4 m, podés reemplazarlas por otras de **3 m o 4,8 m**, o **conectar varias en serie (varillas acopladas)**.
- A mayor profundidad, mejor conductividad (más humedad).
- *Útil en suelos con baja conductividad en superficie pero buena en profundidad.*

### 3. Mejorar la conductividad del terreno (tratamiento químico)

- Se usa solo cuando **no se pueden agregar más electrodos**.
- Mezclas como **sal + bentonita + carbón vegetal**, o productos comerciales como **GEM (Ground Enhancing Material)**.
- Rodean el electrodo para aumentar el área de contacto con la tierra y reducir la resistencia.
- *Requiere mantenimiento cada cierto tiempo (puede degradarse).*

## 4. Construcción de una malla o anillo de tierra

- Enterrar un **conductor de cobre** (al menos  $25 \text{ mm}^2$ ) formando un lazo cerrado alrededor del edificio o de los equipos.
- Aumenta significativamente el área de disipación.
- *Muy efectivo en instalaciones industriales o centros de datos.*

## 5. Cambio del tipo de electrodo

- Pasar de **varillas verticales a placas o electrodos horizontales**, o usar **cintas de cobre enterradas**.
- Útil en terrenos muy rocosos o donde no se puede perforar.

## 6. Verificación de conexiones y estado físico

- Muchas veces, la alta resistencia se debe a:
  - Conexiones oxidadas o flojas
  - Electrodo corroídos
  - Conductores dañados
- *Siempre hacer inspección visual y eléctrica antes de asumir que el problema es el terreno.*

## Consideraciones adicionales del RIC N°6:

- Todo cambio debe ser documentado y validado con **nueva medición de resistencia**.
- La **resistencia corregida debe ser  $\leq 20 \Omega$** , salvo condiciones especiales (donde se acepta  $\leq 80 \Omega$  con diferenciales).
- Debe existir un **punto de medición accesible** (caja de inspección).



Haz finalizado.