



MUNDO DE LA ELECTRICIDAD

Revista del sector eléctrico al servicio del Paraguay

www.mundoelectricidad.com.py

Seguridad en Instalaciones Eléctricas



La energía que llevamos al
país se transforma en trabajo
y progreso para el futuro.



Madame Lynch esquina
Bernardino Caballero
Tel.: (595 21) 510 036
510 061 / 510 064
Fernando de la Mora
Paraguay



w w w . i n p a c o . c o m . p y

Seguridad en Instalaciones Eléctricas

Contenido

1. Introducción.
2. Objetivos del plan de seguridad.
3. Riesgos probables que pueden darse en una instalación eléctrica.
4. Riesgos de la corriente eléctrica (resistencia del cuerpo humano).
5. Tensión de toque.
6. Tensión de paso.
7. Contactos directos y contactos indirectos.
8. Protección contra contactos directos e indirectos.
9. ¿Por qué se deben preferir los sistemas aterrados?.
10. Funciones básicas de la puesta a tierra.
11. Sistemas de conexión a tierra.
12. Esquema TN (Utilizado por la Norma de la ANDE).
13. Interruptor diferencial (ID).
14. Resistencia de aislamiento.
15. Protección contra sobretensiones de origen atmosférico.
16. Cortocircuitos y sobrecargas en instalaciones eléctricas.
17. Descargadores de baja tensión.
18. Efectos térmicos en los conductores eléctricos.
19. Sobreintensidades en instalaciones eléctricas.
20. Arco eléctrico perturbador.
21. Factores de riesgo en instalaciones de baja tensión.
22. Trabajos bajo tensión (mantenimientos eléctricos).
23. Primeros auxilios básicos.
24. Norma INTN sobre Seguridad en Instalaciones Eléctricas.

Manual preparado por el **Prof. Lic. Bernardo Irepá** para la revista **Mundo de la Electricidad**.
Copyright © 2016 | Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial.

1. Introducción

Anualmente, en nuestro país, se producen numerosas muertes en accidentes relacionados con deficiencias en las instalaciones y sus componentes.

Esta problemática tiene su origen en causas fundamentales como ser: la fabricación, importación y comercialización de materiales y equipos, que si bien son legales, no resisten ningún tipo de control de calidad.

El escenario se completa con los electricistas que ofrecen sus servicios sin la adecuada preparación técnica, generando enormes riesgos y accidentes. Y a estos peligros, se le suma el nulo control del desempeño profesional por parte de organismos competentes.

2. Objetivos del plan de seguridad

La seguridad de las instalaciones y los componentes eléctricos que protejan y preserven la vida y los bienes de las personas debe ser un compromiso permanente y un objetivo estratégico del profesional electricista.

A tal efecto, está obligado en primer lugar, a conocer las normas técnicas de instalaciones eléctricas y de seguridad vigentes en nuestro país y aplicarlas estrictamente en la elaboración de proyectos de los diferentes tipos de instalaciones eléctricas, en el montaje y operación de máquinas, y en la utilización de equipos y materiales diversos.

Este manual sobre “**Seguridad en Instalaciones Eléctricas**” busca concientizar a los profesionales que realizan trabajos en instalaciones eléctricas, de la necesidad de tomar las debidas precauciones en sus trabajos para garantizar su propia seguridad, de las personas en general, como así también de los bienes materiales.

3. Riesgos probables que pueden darse en una instalación eléctrica

- Descargas eléctricas de origen directo e indirecto y que pueden provocar tetanización, contracciones de los músculos, paro respiratorio, fibrilaciones ventriculares, quemaduras, infarto, taquicardia y otras.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Fallos de las tomas a tierra.
- Incorrecta instalación, cortes, defectos de conexión, etc.
- Caídas de tensión por sobrecarga que repercuten en el calentamiento de instalaciones (conductores), receptores y aparatos.
- Otros riesgos propios de la energía eléctrica.

4. Riesgos de la corriente eléctrica (resistencia del cuerpo humano)

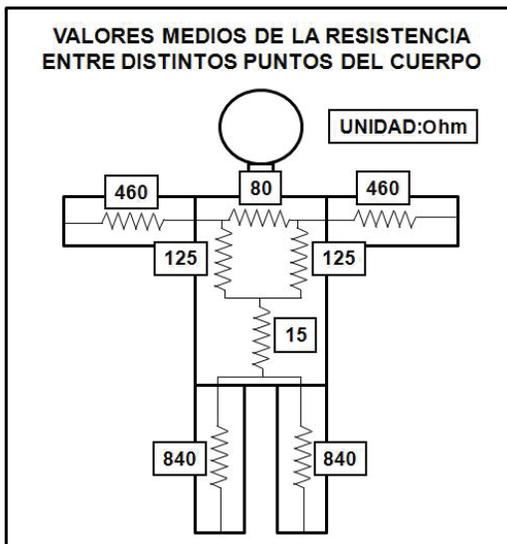
Los efectos producidos en el cuerpo humano dependen de la corriente (intensidad) que atraviesa el cuerpo humano y el tiempo de exposición a la descarga. Los efectos también dependen de la impedancia encontrada por la corriente a su paso a través de dicho cuerpo.

Esta impedancia no es lineal, ya que depende del camino seguido por la corriente eléctrica, de la frecuencia de la corriente, de la tensión de contacto y de otras circunstancias como ser entrada y salida de la descarga.

En la tabla se pueden observar los efectos de la corriente alterna, sus efectos y consecuencias sobre el cuerpo humano.

Margen	Intensidad (corriente alterna) en mA	Efectos	Consecuencias
1	2, 10 hasta 25	- Ligero cosquilleo. - Entumecimiento. - Calambres musculares. - Aumento de la presión sanguínea.	- Susto con movimientos incontrolados. - Ya no puede uno soltarse. - Paralización de la respiración, a veces pérdida del conocimiento.
2	25 hasta 80	- Convulsiones del estómago. - Fuertes calambres musculares. - Fibrilación ventricular al cabo de un tiempo.	- Náuseas. - Rotura de huesos debidos a contracciones. - Falla la circulación de la sangre. - Falta de oxígeno en el cerebro al cabo de 4 min. - Muerte de las células del cerebro.
3	80 hasta 5000	- Fibrilación ventricular al cabo de 0,1 s.	- Paro cardíaco y muerte.
4	más de 5000	- Quemaduras graves. - Frecuentemente paro cardíaco, en general no provoca fibrilación ventricular.	- Muerte debido a quemaduras, a menudo al cabo de días o semanas.

En la siguiente figura se puede apreciar la resistencia aproximada del cuerpo humano, en el peor de los casos la resistencia resultante si la corriente entra por una mano y sale por la otra, tendríamos una resistencia total de 1000 Ω, y los científicos descubrieron que la corriente máxima aproximada que puede soportar el cuerpo humano es de 30 mA (De ahí el valor del interruptor diferencial).



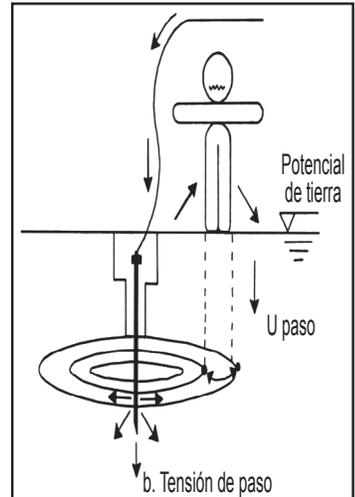
De acuerdo a los valores de la tabla anterior, podemos deducir que el voltaje ya peligroso para el cuerpo humano sería: Tendríamos que de acuerdo a la ley de Ohm, $U = I \times R = 30/1000 \times 1000 = 30 \text{ V}$.

5. Tensión de toque

Si una persona toca un equipamiento sujeto a una tensión de contacto, se puede establecer una tensión entre manos y pies, llamada tensión de toque. En consecuencia, podremos tener el pasaje de una corriente eléctrica por el brazo, tronco y piernas, cuya duración e intensidad podrán provocar fibrilación cardíaca, quemaduras u otras lesiones graves en el organismo.

6. Tensión de paso

Cuando una corriente eléctrica se descarga a través del suelo, ocurre una elevación de potencial en torno al electrodo de aterramiento, formándose un gradiente (distribución) de caída de tensión, cuyo punto máximo está junto al electrodo y el punto mínimo muy apartado de él. Si una persona estuviera en pie en cualquier punto de la región donde hay esa distribución de potencial, entre sus pies habrá una diferencia de potencial, llamada tensión de paso, la cual es generalmente definida para una distancia entre los pies de 1m. Consecuentemente, podrá haber circulación de una corriente a través de las dos piernas, generalmente de menor valor de aquel considerado en la tensión de toque, pero aún así desagradable y que además debe ser evitada.



7. Contactos directos y contactos indirectos

Si una corriente eléctrica atraviesa el cuerpo humano puede producir la muerte. En muchas ocasiones la causa de muerte está en el corazón que, sometido a una actividad intensa e irregular, se agota y para. Se ha averiguado que una intensidad de corriente de 20 mili amperios (mA) ya puede causar la muerte, en el supuesto caso de que una parte de esta corriente pase por el corazón; esto ocurre por ejemplo cuando la corriente entra por una mano y sale por la otra o por los pies. En estos casos, la parálisis del corazón comienza a los 0,2 segundos aproximadamente del paso de la corriente. Por otro lado, la resistencia eléctrica de un individuo depende de los siguientes factores:

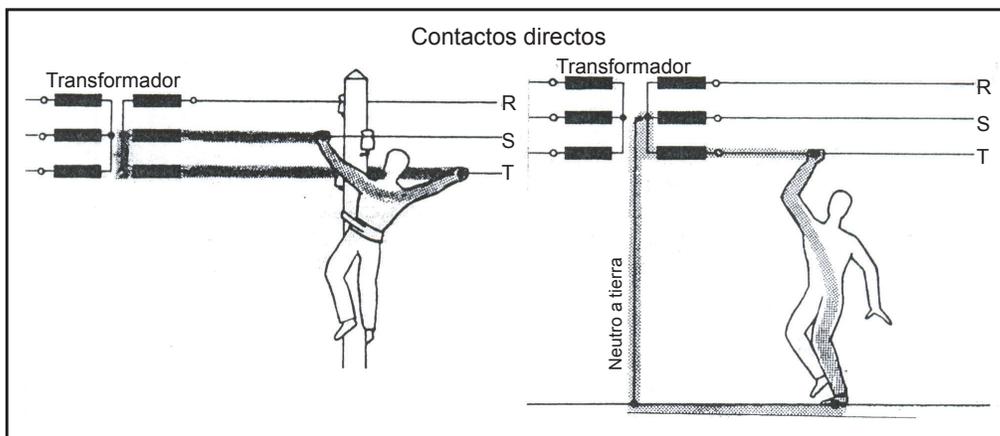
- a) Constitución del individuo.
- b) Naturaleza de los puntos por donde entra y sale la corriente. Por ejemplo, si los puntos de contacto son las manos, el valor de la resistencia eléctrica será diferente si éstas están secas o sudorosas, si tienen o no tienen callosidades, etc.
- c) Tensión eléctrica de la línea. Está demostrado que cuando la tensión aumenta, la resistencia eléctrica del cuerpo humano disminuye hasta unos 1000 Ω; mientras que, para pequeñas tensiones, puede alcanzar valores de casi 4000 Ω. Esta variación se explica porque cuanto más elevada sea la tensión más numerosos son los puntos de la piel que sufren la perforación eléctrica. Dadas todas estas circunstancias podemos suponer que el cuerpo humano tiene unos 3000 Ω de resistencia eléctrica. Como la corriente de 20 mA comienza a ser peligrosa, podemos afirmar que la tensión de 60 Volt es la tensión mínima por encima de la cual resulta peligrosa para el cuerpo humano (antes 80 V).

Como se puede apreciar en el siguiente cálculo: $U = I \times R = 0,02 \times 3000 = 60 \text{ V}$.

Por lo tanto deben evitarse las tensiones de contacto superiores a 60 V. Pero esto no es posible, ya que el suministro de energía eléctrica de los abonados se realiza siempre a tensiones bastante superiores. Entonces, hay que adoptar precauciones especiales en toda las redes eléctricas cuyas tensiones nominales sean superiores a los 60V mencionado como límite inferior.

Llamaremos **contactos directos** a los que se producen cuando se hace contacto directo con un conductor activo o el neutro de una instalación; y denominaremos contactos indirectos, llamados también contacto a masa, a los producidos al tocar partes de la instalación que son conductoras pero que están normalmente aisladas de las partes conductoras (ejemplo: las carcasas de los motores eléctricos).

En las siguientes figuras se pueden apreciar algunos ejemplos de contactos directos, con indicación del camino recorrido por la corriente.



En la parte izquierda: Ejemplo de **contacto directo entre dos conductores activos de la red**. El individuo toca con cada mano una fase distinta de la línea y, por lo tanto, se encuentra sometido a la tensión existente entre dichas fases.

En la parte derecha: Ejemplo de **contacto directo entre un conductor activo y tierra en una red de baja tensión**, cuyo transformador tiene el neutro conectado a tierra. El individuo toca con una mano una fase de la red y con los pies el neutro a través de tierra. La tensión aplicada entre mano y pies será pues, la tensión existente entre fase y tierra, y la corriente atravesará el cuerpo humano desde una extremidad a la otra a través del tronco, con el consiguiente riesgo de paralización de la actividad cardíaca.

8. Protección contra contactos directos e indirectos

Respecto a las instalaciones eléctricas y receptores se citan los problemas que hay que evitar y que se pueden generar y los medios de protección que hay que utilizar. Se pueden apreciar en las siguientes tablas resumidas.

Accidentes en instalaciones y receptores	Medios de Protección
Intensidades de cortocircuito.....	Fusibles. Relés de intensidad. Relés magneto-térmicos.
Sobrecargas.....	Relés térmicos.
Sobreintensidades.....	Relés de intensidad.
Sobretensión.....	Relés de tensión (máxima). Relés de tensión (mínima).
Caídas de tensión.....	Relés térmicos y magneto-térmicos. Selecciones adecuadas a la carga.
Temperatura elvada por efecto Joule.....	
Contactos indirectos.....	Puesta a tierra. Interruptores diferenciales.
Contactos directos.....	Cerramientos adecuados. Interruptores diferenciales.
Explosión/incendio.....	Material y envoltentes adecuados.
Chispas y malos contactos.....	Aparellaje y materiales adecuados.
Defectos de aislamiento.....	Aislamientos adecuados a la necesidad.
Otros defectos.....	Solución adecuada a los mismos.

Tipos de accidentes	Medios de Protección
Contactos directos.....	Aislar y proteger las zonas bajo tensión eléctrica por medio de cerramientos o envoltentes adecuados. Formación e información sobre los riesgos.
Contactos indirectos.....	Además de los aislamientos de la zona, la puesta a tierra y la utilización de interruptores diferenciales y todos los que se citan en "Tipos de accidentes eléctricos", respecto al aislamiento y utilización de tensiones especiales.
Condiciones especiales de utilización.....	Adecuación de los medios de protección a las características de los locales y productos que hay que manipular o elaborar. Tensiones especiales. Carcazas y envoltentes especiales.
Incendio y explosión.....	Instalación y receptores con nivel de protección adecuado al riesgo.

9. ¿Por qué se deben preferir los sistemas de puesta a tierra?

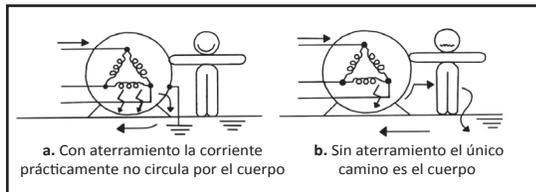
El primer objetivo del aterramiento de los sistemas eléctricos es **proteger las personas o el patrimonio contra una falta (cortocircuito) en la instalación**. En términos simples, si una de las tres fases de un sistema no aterrado entra en contacto con la tierra, intencionalmente o no, nada acontece. Ningún disyuntor desliga el circuito, ningún equipamiento para de funcionar. El segundo objetivo de **un sistema de aterramiento es ofrecer un camino seguro**, controlado y de baja impedancia en dirección a tierra para las corrientes inducidas por las descargas atmosféricas.

10. Funciones básicas de la puesta a tierra

Podemos resumir en los siguientes tópicos:

Seguridad personal

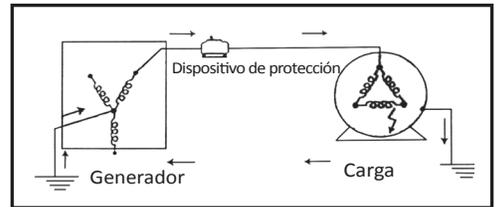
La conexión de los aparatos eléctricos al sistema de puesta a tierra debe permitir que, en caso de que ocurra una falla de aislamiento en aquellos, la corriente de falla circule a través del conductor de puesta a tierra en vez de



recorrer el cuerpo de la persona que eventualmente está en contacto con el artefacto eléctrico.

Desligamiento automático

El sistema de puesta a tierra debe ofrecer un recorrido de baja impedancia (la menor oposición posible) de retorno hacia tierra de la corriente de falla, permitiendo así que haya operación automática, rápida y segura del sistema de protección.

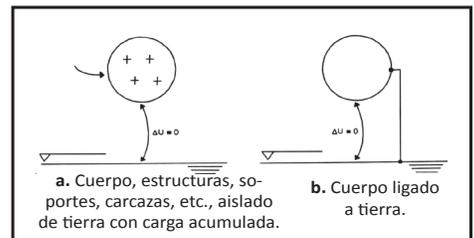


Control de tensiones

La puesta a tierra permite un control de tensiones desenvueltas en el suelo, cuando un cortocircuito fase-tierra retorna por la tierra hacia la fuente próxima o, cuando ocurre una descarga atmosférica local.

Transitorios

El sistema de puesta a tierra estabiliza la tensión durante los transitorios en el sistema eléctrico provocados por faltas hacia la tierra, de tal forma que no aparezcan sobretensiones peligrosas durante esos períodos y consiguientemente puedan provocar la ruptura del aislamiento de los equipos eléctricos.

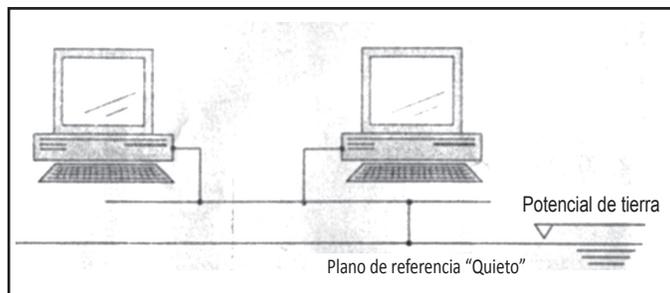


Cargas estáticas

La puesta a tierra debe filtrar las cargas eléctricas acumuladas en estructuras, soportes y carcasas de los equipos en general.

Equipos electrónicos

Específicamente para los equipos electrónicos, la puesta a tierra debe proveer un plano de referencia quieto sin perturbaciones, de tal modo que ellos puedan operar satisfactoriamente tanto en altas como en bajas frecuencias.



11. Sistemas de conexión a tierra

La protección contra **contactos indirectos** se logra aplicando los siguientes sistemas:

Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte:

Intensidad de defecto. Sólo se admite cuando se cumplen simultáneamente los siguientes requisitos:

- Interruptor automático con $< 6 \text{ A}$.
- Impedancia máxima del circuito: $11 <$ cuando la $U = 220 \text{ V}$.
- Resistencia óhmica de puesta a tierra máxima $3,7 \Omega$.

Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:

Cualquiera que sea la capacidad del interruptor automático.

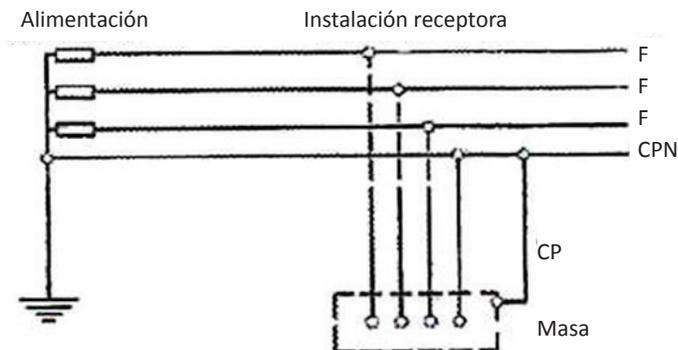
Puesta a tierra de las masas y empleo de interruptor diferencial:

Se trata del sistema más empleado.

Se procurará que la resistencia de la puesta a tierra sea $< 37 \Omega$, con el fin de utilizar diferenciales de 650 mA de sensibilidad.

12. Esquema TN (utilizado por la norma de la ANDE)

Los esquemas TN tienen un punto de la alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. Se distinguen tres tipos de esquemas TN según la disposición relativa del conductor neutro y del conductor de protección, de los cuales sólo se toca el sistema utilizado por la ANDE cual es el TN:



Esquema de distribución tipo TN

Obs: Recordemos que el valor máximo en ohmios exigido por las normas es de 10Ω para instalaciones nuevas, 25Ω para instalaciones existentes y 5Ω para instalación de transformadores.

13. Interruptor diferencial (ID)

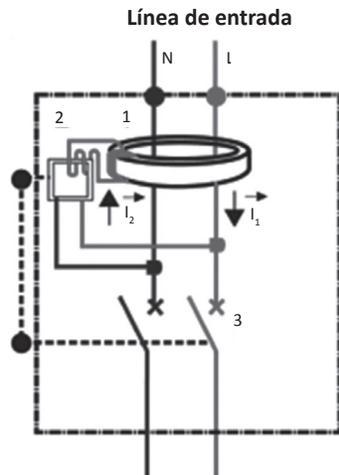
Este dispositivo de protección se utiliza cuando el neutro está unido directamente a tierra y está constituido esencialmente por el núcleo magnético (1), bobinas conductoras (N y L), y bobina con dispositivo de corte (2 y 3).

Características más importantes que definen un interruptor diferencial (ID)

El interruptor diferencial tiene la función de proteger a las personas, instalaciones y cosas contra corrientes de fuga.

En el momento de elegir un ID se atenderá a:

- Intensidad nominal
- Tensión
- Sensibilidad



- Retardo
- Selectividad
- Respuesta

Sensibilidad

Las normas internacionales establecen las siguientes sensibilidades a las que el interruptor diferencial se dispara:

6 mA; 10 mA; 30 mA; 300 mA; 500 mA; 1 A; 3 A; 10 A y 30 A.

14. Resistencia de aislamiento

La resistencia de aislamiento es la del aislamiento por el cual está rodeada una parte de la instalación sometida a tensión.

El valor de esta resistencia puede modificarse debido a una de las siguientes causas:

- Envejecimiento de los materiales aislantes (que se vuelven quebradizos).
- Deterioro mecánico.
- Efectos del polvo y la humedad (corrientes de fuga).
- Sobretensiones (efectos de los rayos en las redes eléctricas aéreas).
- Fallo de montajes.

La reducción de la resistencia de aislamiento es muy peligrosa al ser ésta una de las magnitudes decisivas del posible cortocircuito de fallo.

Además pueden aparecer corrientes derivadas entre dos conductores sometidos a potenciales distintos, corrientes que provocan un calentamiento del punto donde aparece el fallo, con el consiguiente recalentamiento y resecamiento del aislante, y si se supera la temperatura de inflamación podría producirse un incendio.

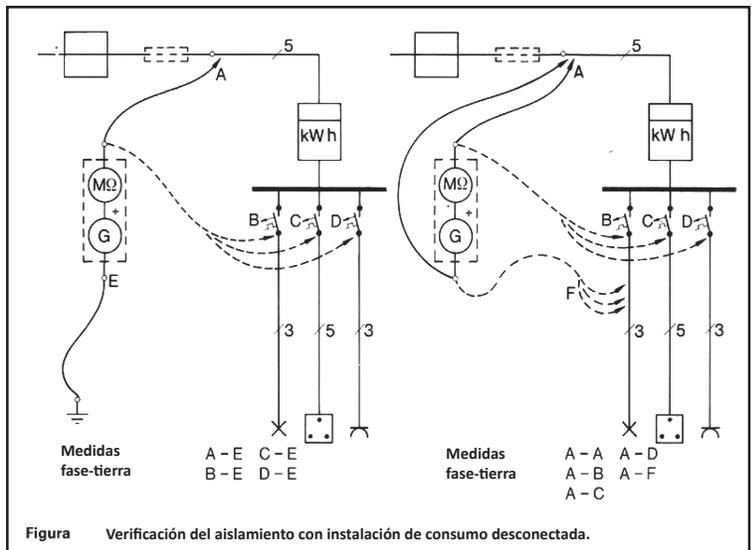
Para determinar la resistencia de aislamiento existen diversos procedimientos:

- Indirectamente, midiendo la intensidad y la tensión.
- Directamente, con un instrumento llamado megóhmetro.

En la siguiente figura se indica el modo correcto de conectar un Meghómetro para medir la resistencia de aislación, la verificación comprende los siguientes pasos:

- Medida de la resistencia de aislamiento entre cada uno de los conductores no puestos a tierra y tierra.
- Medida de la resistencia de aislamiento entre cada uno de los conductores no puestos a tierra.

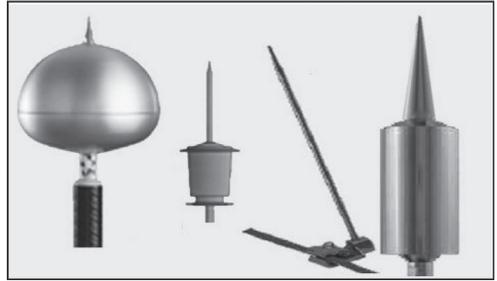
Según las normas internacionales, la tensión continua a la que se realicen las medidas no puede ser inferior a 500 V.



15. Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según las normativas existentes, nacionales e internacionales, las instalaciones deben estar protegidas contra sobretensiones de origen atmosférico, tal como se indica a continuación:

- Cuando exista riesgo de sobretensiones debidos a causas atmosféricas, las instalaciones deberán estar protegidas mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del lugar donde tienen el origen.
- En redes con conductor neutro puesto a tierra, los descargadores deberán conectarse entre cada uno de los conductores de fase y una toma de tierra unida al conductor neutro.
- En redes en las que el neutro no está puesto directamente a tierra, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador a tierra.
- La línea puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada y la resistencia a tierra tendrá un valor máximo de 10Ω .
- Debe asegurarse la separación entre las canalizaciones eléctricas, tanto exteriores como interiores, respecto a las partes o elementos metálicos unidos a tierra.



Obs: La descarga atmosférica puede producirse entre una nube y tierra o entre dos nubes. En ambos casos, el rayo o descarga atmosférica, viene acompañado de fenómenos sonoros (trueno) y luminosos (relámpago).

Las tensiones que se ponen en juego en las descargas son enormes, y se evalúan sólo aproximadamente entre 5 y 10 KV por centímetros de distancia. Mientras que las intensidades entre 10 KA y 200 KA.

El tiempo de descarga es muy pequeño y comprende entre 20 y 200 millonésimas de segundo.

16. Cortocircuitos y sobrecargas en instalaciones eléctricas

Cortocircuito

Este defecto según la ley de Ohm, al ser la impedancia casi cero, hace que la intensidad sea extremadamente grande, con lo cual **peligra la integridad de conductores** y máquinas por el calor generado por dicha intensidad, debido al efecto Joule. Es decir que un cortocircuito se define como la ausencia casi total de oposición al paso de los electrones.

Los dispositivos más empleados para la protección contra cortocircuitos son:

- Fusibles calibrados (también llamados cortacircuitos).
- Interruptores automáticos termomagnéticos.

Sobrecarga

Entendemos por sobrecarga el exceso de intensidad de corriente en un circuito, debido a un defecto de aislamiento o bien a una avería o demanda excesiva de carga de la máquina conectada a un motor eléctrico.

Las sobrecargas deben protegerse, ya que pueden dar lugar a la destrucción total de los aislamientos de una red, de un motor o de cualquier otro aparato eléctrico conectado a ella. Una sobrecarga no protegida genera siempre un cortocircuito.

Los dispositivos más empleados para la protección contra sobrecargas son:

- Fusibles calibrados, tipo gT o gF (nunca aM).
- Interruptores termomagnéticos.
- Relés térmicos.

17. Descargadores de baja tensión

Las sobretensiones de origen atmosférico e industrial provocan fuerte irradiación electromagnética que se propagan por largas distancias a través de las redes de baja y media tensión, produciendo con frecuencia la destrucción de equipos eléctricos conectados o cercanos a la red.

Los descargadores de sobretensión transitoria protegen a los equipos eléctricos de este destructivo fenómeno de alta ocurrencia en Paraguay. Están constituidos por varistores de alta calidad que ofrecen una operación simple y confiable al tiempo de ser razonablemente económicos en comparación con otras soluciones.

Funcionamiento del Descargador

El descargador es un dispositivo que limita las sobretensiones transitorias de la red desviando a tierra la sobrecorriente y reduciendo de esta forma la sobretensión en la instalación a valores tolerables por los equipos eléctricos. La figura muestra el funcionamiento típico de un descargador.

Si la tensión aplicada es inferior a la tensión de cebado V_c , el descargador se comporta como un circuito abierto siendo la corriente de fuga del orden de 200uA. Si se sobrepasa V_c , el descargador conduce a tierra una corriente de valor elevado. Si esta corriente no supera I_n la tensión entre bornes del descargador queda limitada a V_p o nivel de protección. Pasado un tiempo relativamente corto después del cebado, la corriente de descarga disminuye hasta anularse, momento en que el varistor se recupera y se restituye la tensión de red.

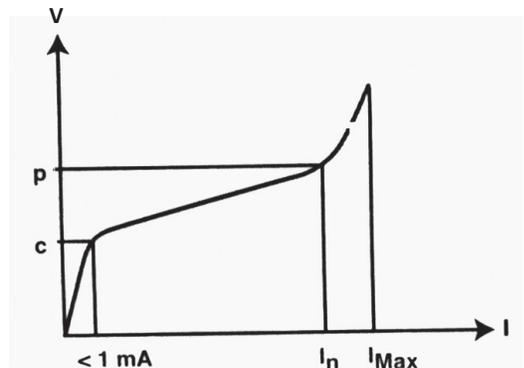
El descargador queda entonces en condiciones de seguir operando. Si la corriente supera I_{Max} el valor de la tensión se eleva por encima del nivel de protección y se produce la destrucción del descargador.

Selección del Descargador

Para una adecuada selección de un descargador deberán tomarse en cuenta los equipos a proteger y los riesgos de exposición de la instalación a descargas atmosféricas.

La tabla 1 siguiente describe la capacidad de resistencia a sobretensiones transitorias de los equipos eléctricos más comunes.

Los riesgos de exposición de una instalación a descargas atmosféricas dependen del nivel cerámico del lugar (indicador de la cantidad de descargas atmosféricas), del tipo de red que la alimenta (subterránea o aérea) y de la ubicación de la instalación en relación a construcciones vecinas (total o parcialmente rodeada por edificios, a campo abierto o en una elevación).



Equipo Eléctrico	Resistencia a Sobretensión	Nivel de Aislación
Tableros de distribución, motores, transformadores, tomacorrientes	Alta	4 kV
Electrodomésticos en general, hornos, herramientas portátiles	Media	2.5 kV
Circuitos electrónicos, televisores, equipos de sonido, sistemas de alarma, computadoras	Baja	1.5 kV

Instalaciones de alto riesgo deben ser protegidas con descargadores de gran capacidad de conducción de corriente (I_n elevado). Asimismo en instalaciones con equipos de baja tolerancia a sobretensiones deben utilizarse descargadores de bajo nivel de protección (U_p bajo). La tabla de abajo siguiente muestra los valores típicos de los descargadores.

$I_{Max}(kA)$	$I_n (kA)$	$U_p (kV)$	$U_c (V)$
65	20	2	440
40	10	1,8	440
15	5	1,8	440
8	2	1,5	440

En ciertos casos es necesaria la instalación de varios descargadores en cascada para asegurar la conducción de elevadas corrientes de descarga y a la vez mantener niveles de protección compatibles con los equipos eléctricos a ser protegidos.

Instalación de Descargadores

Los descargadores son montados en los tableros de distribución de la instalación a ser protegida. La línea de descargadores son de montaje sobre riel DIN facilitando de esta manera su instalación. Se conectan entre conductores de fase y tierra (modo común) en instalaciones con régimen de neutro TNC (neutro y tierra común, que es el utilizado generalmente en Paraguay).

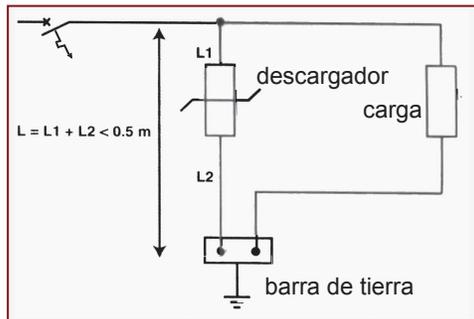
Vida Útil del Descargador

Los descargadores a varistor se caracterizan por una muy baja corriente de fuga. Esta corriente aumenta luego de cada actuación del descargador. Esto produce el gradual sobrecalentamiento del dispositivo y a largo plazo el envejecimiento hasta su destrucción.

Los descargadores son autoprottegidos por un sistema interno de desconexión térmica cuando llega a término la vida útil del dispositivo y antes de producirse un calentamiento excesivo. Adicionalmente un indicador mecánico ubicado en el frente advierte el estado del dispositivo. Blanco: operación normal y rojo: el descargador debe ser cambiado.

Si la instalación cuenta con dispositivos de protección diferencial, es recomendable que los descargadores sean instalados aguas arriba de los interruptores diferenciales.

En ciertos casos es necesaria la instalación de varios descargadores en cascada para asegurar la conducción de elevadas corrientes de descarga y a la vez mantener niveles de protección compatibles con los equipos eléctricos a ser protegidos.



18. Efectos térmicos en los conductores eléctricos

Cuando la corriente eléctrica fluye por una resistencia eléctrica, ésta se calienta. El calor producido depende de la energía eléctrica consumida por la misma, es decir del producto de la potencia por el tiempo. Cuando un conductor es calentado al ser recorrido por una corriente eléctrica, ocurre la transformación de energía eléctrica en energía térmica. Este fenómeno es conocido como Efecto Joule, en homenaje al físico británico James Prescott Joule.

La energía térmica reseca al aislante del conductor, de tal manera que puede llegar a carbonizarla y llegar al punto de generar un cortocircuito con otro conductor.

La mejor manera de proteger a los conductores contra los efectos térmicos es la de respetar la carga máxima admisible del mismo.

19. Sobreintensidades en instalaciones eléctricas

Las sobreintensidades son las causas de muchos accidentes eléctricos. Tienen su origen en causas muy diversas, como pueden ser la conexión de un número elevado de receptores, mal dimensionado de las líneas en su origen, defectuoso funcionamiento de los receptores y de los aparatos de maniobra, defectos de contacto, cortocircuitos y otros.

Las sobreintensidades generan caídas de tensión, calentamiento de los conductores, defectuoso funcionamiento de los receptores, incendios y otros accidentes de consecuencias muy diversas.

Hay que proteger las instalaciones en su totalidad contra las sobreintensidades a partir de un correcto cálculo de las líneas, dimensionado de los aparatos de maniobra y control, cuidando después de no sobrecargar las líneas en servicio, evitando todo defecto de funcionamiento de los receptores y los cortocircuitos accidentales.

20. Arco eléctrico perturbador

Un arco eléctrico en una instalación eléctrica **es un acontecimiento involuntario**; se habla de un arco eléctrico perturbador cuando un arco eléctrico originado en una instalación eléctrica o en un medio eléctrico de producción no se presenta de forma prevista sino que **ocurre por un fallo**. **La causa es una falta técnica o – como se registra en la mayoría de los casos – un error humano**. **Casi todos los cortocircuitos en una instalación eléctrica están relacionados con la aparición de arcos eléctricos perturbadores en los que se liberan cantidades gigantescas de energía**. Los arcos eléctricos no aparecen sólo en cortocircuitos, sino también en acciones de desconexión o interrupción de circuitos eléctricos bajo corriente (fusibles, interruptores, cables, conexión de cables, puntos de fijación) si no se toman precauciones especiales. También estos arcos eléctricos de conexión pueden provocar arcos eléctricos perturbadores y ser peligrosos para las personas. Sin embargo las mayores energías se liberan en caso de arcos eléctricos por cortocir-

cuito. Mientras que en el sector de baja tensión se necesita antes de un cortocircuito galvánico para que se produzca un arco eléctrico, en el sector de alta tensión sólo el hecho de no mantener la correspondiente distancia de aire a las piezas que se encuentran bajo tensión es suficiente para el surgimiento de un arco eléctrico. Debido a las energías extremadamente altas que aparecen **con los arcos eléctricos perturbadores en caso de un cortocircuito existen altos riesgos de que las personas sean heridas, los medios de trabajo estropeados o destruidos y que se produzcan interrupciones en el abastecimiento de la corriente (apagones).**

Peligro de los arcos eléctricos perturbadores

Efectos físicos y técnicos

El arco eléctrico puede provocar efectos físicos muy variados que resultan principalmente de la temperatura extremadamente alta en la columna del arco eléctrico. En un arco eléctrico se pueden alcanzar temperaturas por encima de los 5.000 °C.

Otro efecto físico inmediato durante la formación de un arco eléctrico es el gran aumento de presión que en un espacio de tiempo de 5 a 15 minutos puede alcanzar un valor máximo y la instalación eléctrica y la construcción que la rodea corren peligro de **destrucción mecánica. Esto puede conducir al lanzamiento de puertas o recubrimientos, al reventamiento de chasis o al derrumbe de paredes de interiores.**

El calor generado por el arco eléctrico **puede encender materiales inflamables que se encuentran en los alrededores. Las salpicaduras líquidas de metal procedentes del arco eléctrico refuerzan el peligro de incendio.**

Efectos sobre el cuerpo humano

De los efectos físicos anteriormente descritos se deriva que las personas que trabajan en las cercanías de piezas bajo tensión están expuestas a un mayor riesgo ya que durante esos trabajos las instalaciones están abiertas o son abiertas y por esta razón pueden ocurrir efectos directos.

Los mayores peligros de lesiones para las personas resultan de:
 - Olas de presión, **fuerzas que actúan sobre el cuerpo y astillas catapultadas** que resultan del rápido calentamiento del gas que rodea al arco eléctrico.

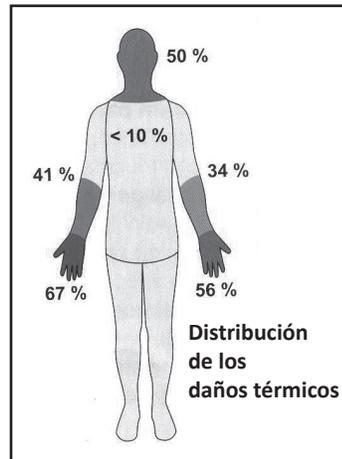
- Emisiones de sonido que constituyen un **peligro para el oído.**
- Radiaciones electromagnéticas, sobre todo radiaciones ópticas de gran intensidad (luz visible, ultravioleta, infrarroja) que pueden conducir a **daños irreversibles de la piel y los ojos.**

- **Daños extremos por el calor debido a la radiación óptica**, la nube de plasma caliente y el flujo de gas (corriente de calor).

- Gases tóxicos y partículas calientes que surgen durante la combustión de los materiales que se encuentran en los alrededores (incluyendo los electrodos).

Con el aumento súbito de la presión al encenderse el arco eléctrico se produce un ruido de detonación con niveles de presión acústica que **pueden causar daños al oído humano.**

Las personas que se encuentran en la cercanías de un arco eléctrico están expuestas a un alto riesgo por los productos de descomposición tóxicos durante el arco eléctrico. Éstos pueden conducir a **efectos de quemaduras dañinas para la piel y provocar también serios daños en los**



pulmones al ser inhalados.

El riesgo principal emana de los peligros térmicos. Al incendiarse las prendas de vestir y otros objetos que las personas llevan consigo se pueden producir lesiones graves. Independientemente del vestuario o del equipamiento de protección que un accidentado use cuando aparece el arco eléctrico, también es de gran interés para el desarrollo de medidas preventivas, la distribución de las quemaduras externas.

Los accidentes por arcos eléctricos provocan sobre todo quemaduras en las manos y en la cabeza incluyendo el cuello. En más de las dos terceras partes de los accidentes ocurren quemaduras de la mano derecha y en casi la mitad de todos los accidentes quemaduras en la región facial y del cuello. Pero también los antebrazos son dañados frecuentemente (el derecho en un 41% y el izquierdo en un 34% de los casos). Las quemaduras de las otras partes del cuerpo ocupan un porcentaje menor del 10%. Sin embargo consecuencias graves y hasta mortales son probables, particularmente, en caso de quemaduras de grandes superficies de la piel.

21. Factores de riesgo en instalaciones de baja tensión

En cuanto a factores de riesgo se refiere, hay que valorar los siguientes:

- El trabajo será ejecutado por personal cualificado y autorizado.
- Los trabajos eléctricos energizados (con tensión) se realizarán aplicando procedimientos adecuados de trabajo en lo que se refiere a aislamiento (utilización de equipos y útiles aislados).
- En la ejecución de los trabajos eléctricos se utilizarán herramientas dieléctricas.

Los trabajos eléctricos sin tensión (desenergizado) se realizarán aplicando las siguientes reglas:

- Abrir las fuentes de tensión (interruptores).
- Bloquear y señalizar.
- Verificar ausencia de tensión.
- En líneas aéreas desnudas, puestas a tierra y en cortocircuito.
- Los trabajos en proximidades de líneas eléctricas se realizan con procedimientos que eviten posibles contactos accidentales.
- Los equipos de protección individual, como ser cascos, pantallas, guantes etc., estarán en perfecto estado de utilización.
- Los elementos de protección colectiva, como pértigas, detectores de tensión, alfombrillas aislantes, tierras auxiliares etc., estarán en condiciones óptimas de empleo.

22. Trabajos bajo tensión (mantenimientos eléctricos)

Las 5 reglas de oro de Seguridad Eléctrica

Riesgos

Los riesgos prioritarios son por contactos eléctricos y por incendio y explosiones.

Contactos Eléctricos

Contacto directo: Es el que se produce con las partes activas de la instalación, que se encuentran habitualmente bajo tensión eléctrica.

- A mayor duración del contacto, mayor riesgo.
- A mayor intensidad de corriente, mayor riesgo.

Contacto indirecto: Es el que se produce con masas puestas accidentalmente en tensión.



Medidas de control para disminuir los contactos directos

- Alejar los cables y conexiones de los lugares de trabajo y paso.
- Interponer obstáculos.
- Recubrir las partes en tensión con material aislante.
- Utilizar tensiones inferiores a 25 voltios.

Medidas de control para disminuir los contactos indirectos

- **La puesta a tierra:** Cuando se produce un contacto eléctrico indirecto, la puesta a tierra desvía una gran parte de la corriente eléctrica que, de otro modo, pasaría a través del cuerpo del trabajador.
- **El interruptor diferencial:** El interruptor diferencial es un aparato de gran precisión que corta la corriente casi en el mismo momento de producirse una corriente de desviación.

Medidas preventivas

- Toda instalación, conductor o cable eléctrico debe considerarse conectado y bajo tensión.
- Antes de trabajar en ellos se debe comprobar la ausencia de voltaje con un equipo adecuado.
- Sólo realizar trabajos eléctricos con personal capacitado y autorizado para ello. La reparación y modificación de instalaciones y equipos eléctricos es única y exclusivamente competencia del personal idóneo en la instalación y/o mantenimiento eléctrico.
- El responsable de un sector de trabajo o en el hogar, debe recurrir a estos expertos en el caso de averías o nuevas instalaciones.
- El responsable debe prestar atención a los calentamientos anormales en motores, cables, armarios y equipos, tomando acción para su inmediata revisión.
- En el uso de un equipo o aparato hogareño, al notar cosquilleos o el menor chispazo se debe proceder a su inmediata desconexión y posterior notificación.
- En el trabajo con máquinas o herramientas alimentadas por electricidad es preciso aislarse utilizando equipos y medios de protección individual certificados.
- Todo equipo eléctrico, herramienta, transformador u otro con tensión superior a la de seguridad (24 voltios) o que carezca de características dieléctricas de doble aislamiento, estará unido o conectado a tierra y en todo caso tendrá protección con interruptor diferencial.
- Se debe comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de las protecciones.
- No utilizar cables prolongadores que no dispongan de conductor de protección para la alimentación de receptores con toma de tierra.
- Todo cable de alimentación eléctrica conectado a una toma de corriente debe estar dotado de conector normalizado.
- Las herramientas eléctricas se deben desconectar al terminar su empleo o en la pausa de trabajo.
- Será terminantemente prohibido desconectar máquinas, herramientas o cualquier equipo eléctrico, tirando del cable. Siempre se debe desconectar tomando la ficha enchufe-conector y tirando de ella. En el caso industrial, se debe disponer de llaves de corte fijas.
- Conviene prestar una especial atención a la electricidad si se trabaja en zonas con humedad. En los lugares mojados o metálicos se deben utilizar sólo aparatos eléctricos portátiles a pequeñas tensiones de seguridad.
- No gastar bromas con la electricidad.
- En el caso de una persona electrizada no la toque directamente.

Precauciones a comprobar

Impedir el acceso a las partes en tensión manteniendo cerradas las cubiertas envolventes, si es posible con llave, que debe ser guardada por la persona responsable.

Los interruptores de alimentación son accesibles y que se conocen como utilizarlos en caso de emergencia.

Retirar del uso todo aparato que se sospeche que presenta algún problema, y se coloca en lugar seguro con una etiqueta de "NO USAR", en espera de ser revisado por personal competente.

Desconectar de la red eléctrica las herramientas y equipos antes de proceder a su limpieza, ajuste o mantenimiento.

Cinco reglas de oro

Conclusión: Al trabajar en instalaciones eléctricas recuerde siempre:

1. Cortar todas las fuentes en tensión.
2. Bloquear los aparatos de corte.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
5. Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

23. Primeros auxilios básicos

Tenemos que mentalizarnos que ante un accidente hay que reaccionar con prontitud y sobre todo con acierto y la mayor tranquilidad posible dentro del nerviosismo natural que todo accidente produce en su entorno.

Hay que reconocer que ante el accidente, generalmente, no se tienen demasiados conocimientos y, por otro lado, suele resultar difícil reaccionar adecuadamente cuando el factor sorpresa incide sobre nuestro estado de ánimo.

Conviene recordar que una rápida y correcta intervención ante el accidente y el accidentado, puede salvar una vida o, mitigar las consecuencias.

¿Qué hacer ante un accidente?

Cuando se produce un accidente que se considera grave, debe procederse con rapidez, ya que un retraso o duda en la forma de actuar, puede dar lugar a consecuencias irreversibles. Se procederá como sigue:

1. Proteger al accidentado. Ante la duda de su estado, no desplazarlo.
2. Avisar con prontitud al servicio de socorro, dando conocimiento de:
 - Tipo de accidente.
 - Lugar del accidente.
 - Circunstancias que rodean al accidentado.

3. Socorrer al accidentado.

Mientras se espera la llegada de los auxilios, socorrer al accidentado.

Actuar rápidamente de acuerdo con las lesiones y estado de la víctima y en este orden:

- Parada cardíaca.
- Hemorragia.
- Quemaduras.
- Traumatismo.

• Otros.

En caso de parada cardíaca: Toma de pulso y comprobar si respira,

a) Si tiene pulso y no respira aplicación de respiración (boca a boca) u otro.

Nota: Se administra entre 12 y 16 insuflaciones cada 5 segundos.

En caso de hemorragias:

Las hemorragias tienen la siguiente clasificación:

- Hemorragia arterial: La sangre será muy roja y saldrá a borbotones.
- Hemorragia venosa: La sangre es oscura y saldrá en forma babeante
- Hemorragia capilar: La sangre es oscura y sale por varios puntos sangrantes.

Para cada tipo de hemorragia existe un tratamiento, pero normalmente la persona en socorrer no suele ser un experto por lo que se debe proceder con la máxima prudencia, no haciendo aquello que no se sabe y sobre lo que se desconocen las consecuencias.

En las siguientes figuras algunos ejemplos de procedimientos en caso de accidentes.



24. Norma INTN sobre Seguridad en Instalaciones Eléctricas

El Paraguay dispone actualmente de la Norma Técnica de “**Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión**”, que fue elaborada por el Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología INTN.

En el punto 5 de dicha Norma, se puede leer un extenso escrito que trata sobre “**Protección para Garantizar la Seguridad**”.

La aplicación de la Norma Técnica de “**Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión**” permitirá el desarrollo de proyectos por parte de los profesionales, acordes a parámetros internacionales, garantizando la seguridad de las personas y animales, y el funcionamiento adecuado de las instalaciones eléctricas y la conservación de los bienes materiales.

La necesidad de una Ley de “**Seguridad en las Instalaciones Eléctricas**” de alcance nacional, que instale un sistema de control de la seguridad eléctrica, que garantice a los ciudadanos su seguridad y la de sus familias, resulta extremadamente necesaria en el Paraguay.

Notas

Notas

"Soluciones que se transforman en energía para el desarrollo del país"



Somos **Rieder & CIA**, y brindamos servicio y comercialización de equipos de protección eléctrica, productos eléctricos, electrónicos y software.

Además realizamos variados proyectos de transmisión de energía y automatización de procesos, con los estándares más exigentes de diseño, desarrollo y ejecución, certificados con normas internacionales ISO 9001 que favorecen al crecimiento del País.



RIEDER & CIA.
www.rieder.com.py



Management System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 310581080



Los mejores Edificios eligen Trafopar



“Pasión por la Innovación y la Calidad”

Desarrollo Tecnológico. Industria metalúrgica avanzada

Los Transformadores son cada día más paraguayos con la integración vertical y la fabricación en Paraguay de sus componentes principales



+ compactos

+ livianos

+ eficientes

LA INTEGRACION
VERTICAL EN LA
FABRICACION Y LAS NUEVAS
TECNOLOGIAS RECIENTEMENTE
INCORPORADAS NOS
PERMITIERON BAJAR
DRASTICAMENTE NUESTRO
PRECIOS DE VENTA

Radiadores más eficientes, alarga la vida útil del transformador

Administración y Planta Industrial:

Cnel Franco 888. Fndo. de la Mora - Paraguay.

Tel: (595 21) 500.162. Cel: (0981) 559.595.

Fax: (595 21) 505.869.

Ciudad del Este - Paraguay:

Ruta Internacional Km 6,5.

Tel: (595 61) 570.148. Cel: (0983) 605.363

E-mail: trafopar@trafopar.com.py. Web: www.trafopar.com.py

