

CURSO DE NFPA 70E RIESGOS ELÉCTRICOS



OTEC ELYON
BECAS CHILE



MÓDULO 1: CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE ELECTRICIDAD

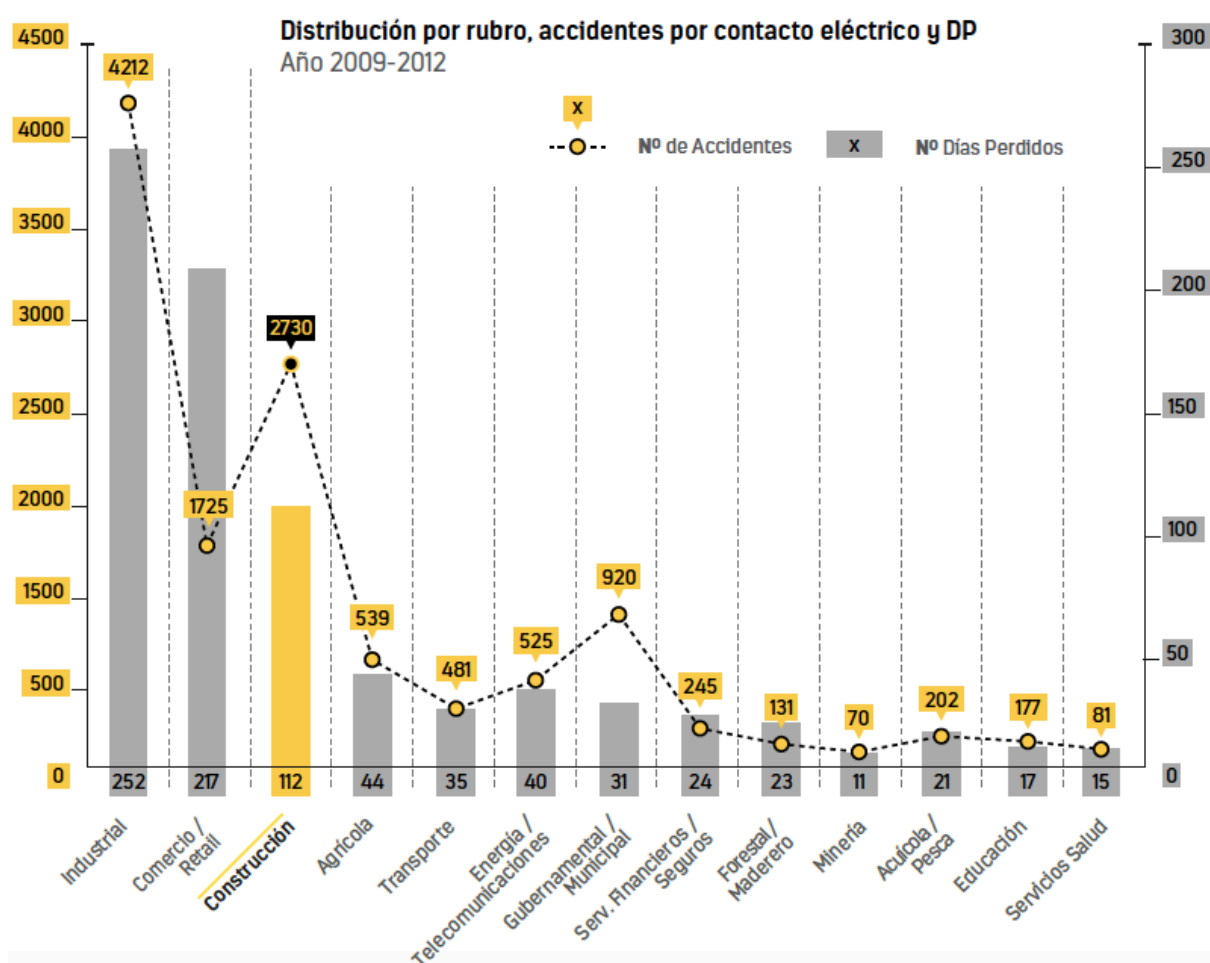
1.1 Introducción

La energía eléctrica es necesaria en toda obra de construcción, ya que es la que permite el uso de iluminación, maquinarias, herramientas y equipos.

Para garantizar la seguridad de las personas y las instalaciones es necesario tener conocimiento sobre qué es y cómo funciona la electricidad, con el fin de identificar los peligros y establecer medidas de control que permitan evitar los accidentes.

En el sector de la construcción se registra una accidentabilidad laboral significativa, donde muchos de los accidentes se producen por contactos eléctricos los que pueden provocar lesiones, incendios e incluso la muerte de personas. El gráfico de la **Figura N° 1** muestra el número de accidentes y días perdidos en el sector de construcción, comparativamente con el de otros sectores.

Figura N°1: Resultados de Accidentabilidad



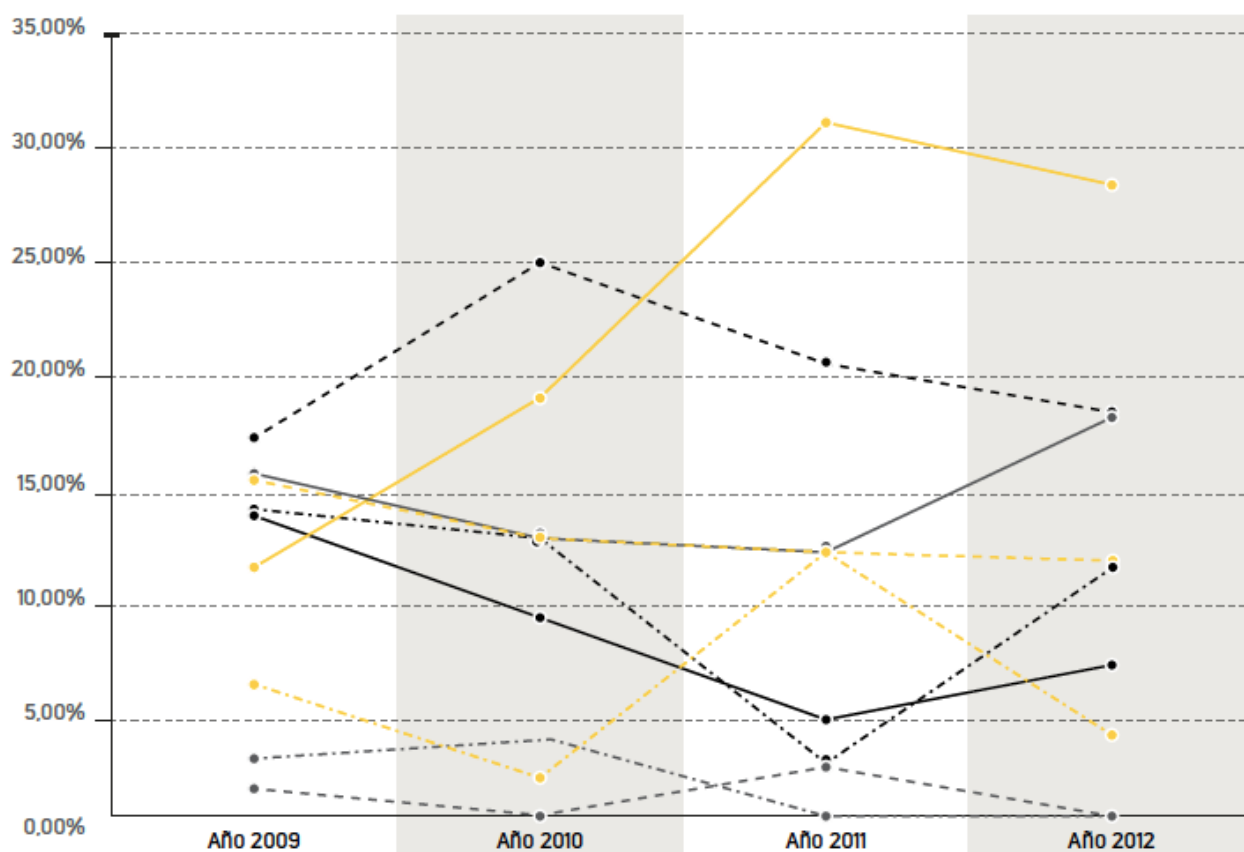
El gráfico anterior muestra que el sector de la construcción se encuentra dentro de aquellos que lideran el ranking de número de accidentes eléctricos en el período analizado y representa también la segunda mayor cantidad de número de días perdidos, sólo precedido del sector industrial. Los accidentes eléctricos representan un alto potencial de gravedad en este sector.

En el mismo período se ha visto un incremento del número de trabajadores afectados en accidentes graves o fatales, cuyo perfil responde a obreros o personal no electricista que sufre accidentes de consideración, principalmente en líneas eléctricas de distribución cercanas a las instalaciones de faenas, situación reflejada en el gráfico de la **Figura N°2**.

Figura N°2: Accidentes por tipo de Oficio

Tendencia de Accidentes Eléctricos graves por año según oficio
Año 2009-2012

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| —●— Liniero y Eléctrico (MT y AT) | -●- Electricista Obras | ---●--- Electricista Mantenimiento |
| —●— Obreros (cualquier oficio) | -●- Operario Maquinaria | -●- Supervisor |
| —●— Usuario de Instalaciones | -●- Telecomunicaciones | -●- Otro |



Las obras de construcción introducen en sus instalaciones algunas singularidades, haciendo que éstas se presenten como instalaciones con características especiales, entre las que destacan:

- Son instalaciones provisionales.
- Algunas de ellas están sometidas a condiciones de intemperie.
- Generalmente están compuestas de material reutilizable.
- Gran parte de la instalación es móvil.
- El nivel de instrucción del usuario no necesariamente es calificado para actividades eléctricas.

Este manual entrega información básica para utilizar con seguridad las herramientas y equipos eléctricos, controlar sus riesgos y recomendaciones de medidas preventivas con el fin de evitar la ocurrencia de accidentes.



1.2 Alcance y Objetivo

Alcance:

Todos los trabajadores vinculados a sectores en que se puedan producir riesgos eléctricos, así como los encargados de seguridad de aquel sector.

Objetivo:

Entregar información básica para prevenir los riesgos eléctricos para el sector involucrados en el ámbito de la electricidad.



1.3 Conceptos básicos sobre electricidad

1. El circuito sus componentes

El camino por el que se desplazan los electrones se denomina circuito eléctrico, un sistema que hace posible controlar la corriente eléctrica. Está definido como un conjunto de elementos interconectados (alambres, interruptores, enchufes, entre otros) que permiten el paso de la corriente eléctrica.

- **Electricidad:** Forma de energía definida como el flujo de electrones que pasan de átomo a átomo a lo largo de un conductor.

El circuito está compuesto por:

- **Fuente de voltaje o generador:** parte que proporciona la corriente eléctrica. Por ejemplo, pilas, baterías, un enchufe de una instalación fija, etc.
- **Conductor:** cables a través de los que fluyen los electrones de un extremo al otro y se utilizan como uniones entre los distintos elementos del circuito. Generalmente son formados por alambres delgados de cobre trenzado y recubiertos por un aislante plástico.

- **Interruptor:** dispositivo que permite maniobrar el circuito conectando y desconectando el paso de la corriente eléctrica.
- **Receptor, carga o resistencia:** punto de consumo de electricidad que recibe el flujo de energía eléctrica y la transforma en calor, luz, movimiento, sonido, etc. Algunos receptores son las lámparas, motores, estufas, máquinas, etc.

2. Magnitudes eléctricas básicas

Las magnitudes eléctricas básicas son la **tensión o voltaje**, la **resistencia eléctrica** y la **intensidad de la corriente**.

La corriente eléctrica circula desde los puntos donde la energía es más alta hasta los puntos donde es más baja. Esta diferencia de potencial se llama **voltaje o tensión** y se mide en **voltios (V)**.

La **resistencia eléctrica** es la dificultad que opone un cuerpo al paso de la corriente eléctrica. Los materiales que presentan mucha dificultad se llaman aislantes y tienen una resistencia eléctrica elevada. Por el contrario, los conductores son aquellos materiales que oponen poca resistencia al paso de la corriente.

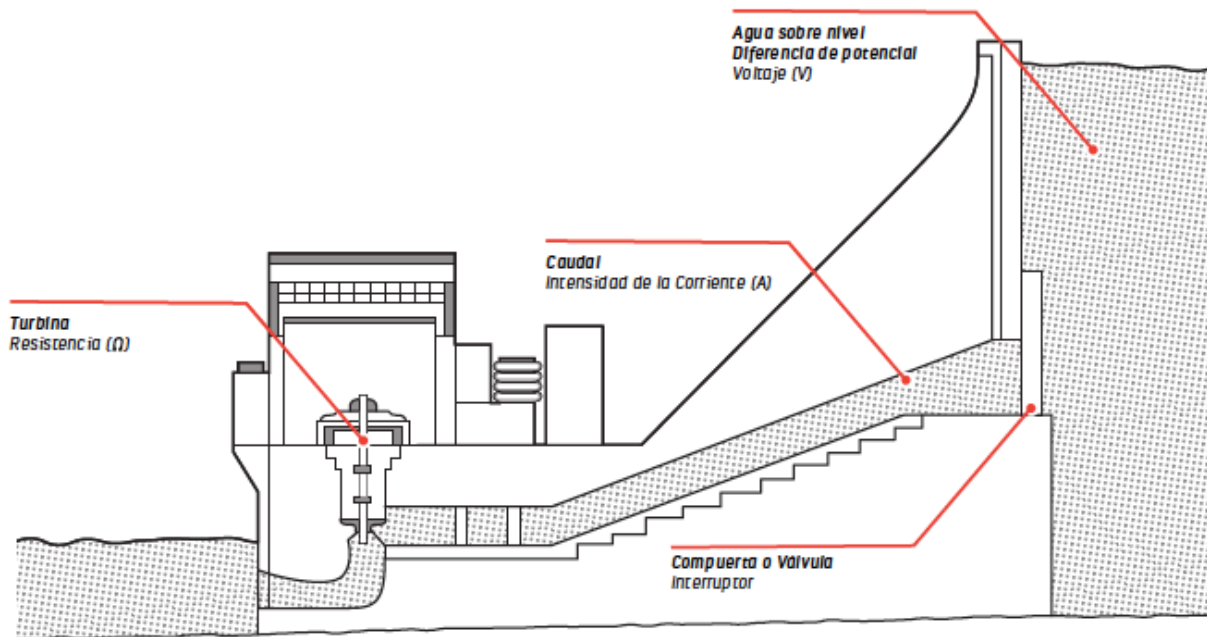
La **resistencia de un conductor** es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su sección y varía con la temperatura. La unidad de medida de la resistencia es el **ohmio (Ω)**.

La **intensidad de corriente (I)** es la cantidad de carga eléctrica (electrones) que pasa por un conductor por unidad de tiempo. Depende de la tensión o voltaje que se aplique y de la resistencia que se opone. Su unidad de medida es el **amperio (A)**.

PARA ENTENDER ESTOS CONCEPTOS SE MUESTRA LA SIGUIENTE COMPARACIÓN:

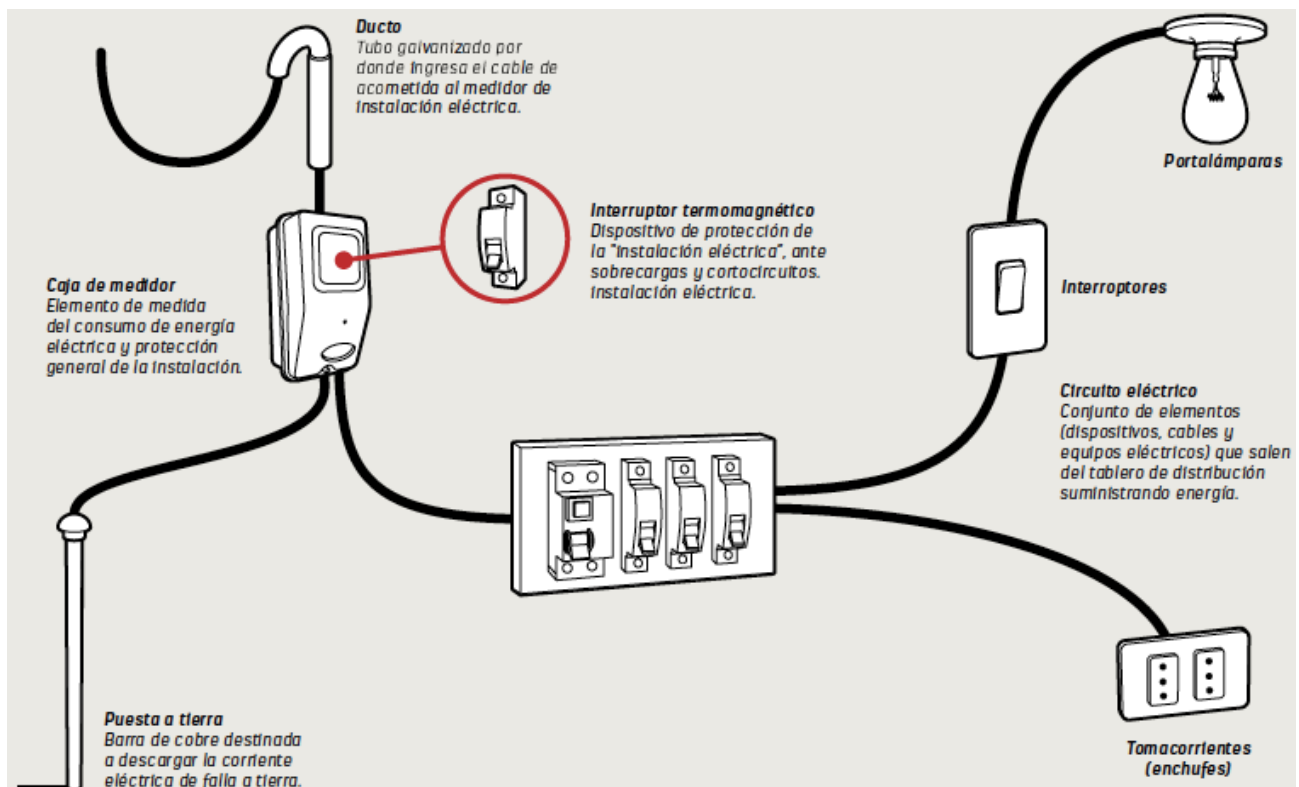
Tenemos un depósito de agua (represa) con una altura determinada (tensión o voltaje). El caudal de agua que sale del depósito (intensidad de la corriente) al abrir la compuerta (interruptor eléctrico) hace que el flujo empuje una turbina (carga o resistencia) que opone cierta resistencia a este flujo. Mientras mayor sea este caudal, la fuerza ejercida en la turbina también aumentará, lo que implica una mayor potencia del sistema.

Figura N°3: Comparación de Conceptos Eléctricos



3. Principales componentes y dispositivos de protección de una instalación eléctrica

Figura N°4: Partes de una instalación y dispositivos de protección



3.1 Dispositivos de protección

Existen diferentes dispositivos para proteger los circuitos eléctricos de los cortocircuitos y sobrecargas.

- **El fusible:** Dispositivo que posee en su interior una lámina metálica o un hilo de metal fusible, por ejemplo, plomo. Cuando ocurre el aumento brusco de corriente, el hilo o la lámina se funde y el circuito se abre inmediatamente, es decir, deja de fluir de inmediato la corriente.
- **El interruptor automático (disyuntor):** Aparato electro-mecánico de conexión capaz de interrumpir corrientes en las condiciones normales especificadas del circuito, accionando manualmente el interruptor; y corrientes anormales como el cortocircuito o sobrecargas.

Realiza la misma función que un fusible, pero no es necesario sustituirlo por otro nuevo cuando ocurre un cortocircuito o sobrecarga. Cuando los circuitos están protegidos por interruptores automáticos, al corregir la avería, es necesario accionar su palanca y así se restablece el suministro de corriente.

Tanto los fusibles como los dispositivos automáticos se ajustan de fábrica para trabajar a una tensión o voltaje y a una carga en amperes determinada, incorporando un dispositivo térmico que abre el mecanismo de conexión del circuito cuando la intensidad de la corriente sobrepasa los límites previamente establecidos.

- **El protector diferencial:** Interruptor con la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado (sensibilidad) para el que está calibrado (30 mA, 300 mA, o mayores) el dispositivo abre el circuito e interrumpe el paso de la corriente.

En una instalación eléctrica, cuando una persona toca un equipo con falla de aislamiento, la corriente pasa a través del cuerpo de la persona, que al estar en contacto con el suelo hace de conductor y provoca el disparo del diferencial, limitando el tiempo que la persona reciba la descarga eléctrica, por lo que sólo sentirá un calambre. Un protector diferencial se reconoce fácilmente al ser más ancho que un automático, contar con dos entradas y dos salidas y además porque siempre cuenta con un botón de prueba.

- **La tierra de protección:** Conexión eléctrica directa, sin fusibles ni elementos de corte alguno de un circuito eléctrico, (por ejemplo, todas las partes metálicas de una instalación) mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo. Las masas metálicas se conectan a tierra mediante un conductor de mínima resistencia, con el fin de reducir al máximo la posible tensión que pueda tener una masa metálica y facilitar así el paso de la corriente de fuga, evitando la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

Para que una toma de tierra sea eficaz debe ser capaz de transmitir la posible derivación eléctrica a tierra antes de que llegue al usuario o, si llega, que la intensidad no sea dañina. Para ello es necesario medir la resistencia eléctrica de la tierra garantizando la mínima resistencia posible. Las partes metálicas de una instalación que no están normalmente energizadas, pero que pueden estarlo debido a una falla interna, la presencia de humedad o agua, descargas atmosféricas o sobretensiones son:

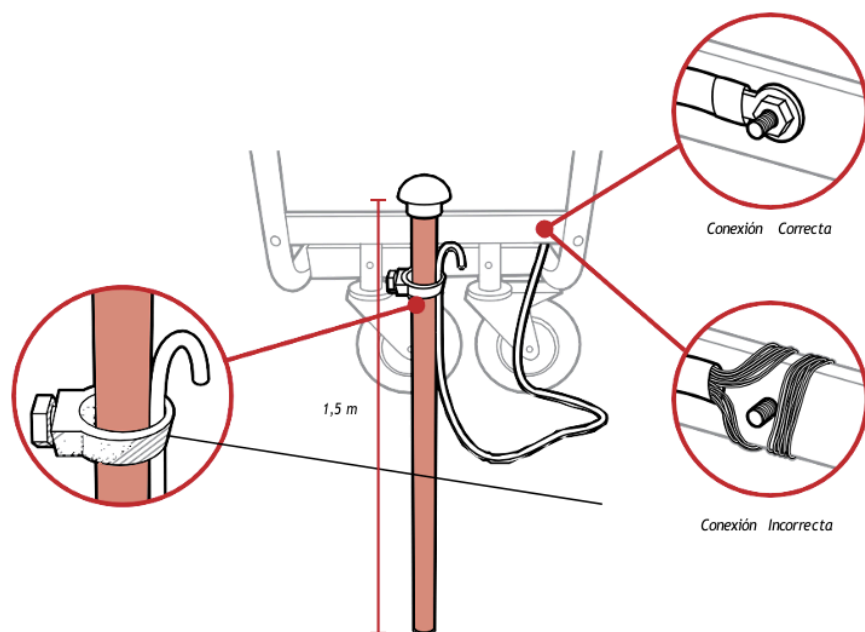
A. Carcasas de tableros eléctricos.

B. Carcasas metálicas de maquinarias y herramientas eléctricas.

C. Cercos metálicos expuestos a líneas aéreas.

Los elementos que constituyen una puesta a tierra son: el suelo, la toma de tierra, los bornes y el conductor de protección. Se debe considerar un largo suficiente de la barra (por lo menos 1,5 metros) y conexiones adecuadas de los conductores mediante pernos o grapas para estos fines.

Figura N°5:
Barra de
Tierra (Barra
Cooper)



- **Protección IP:** Método de protección de equipos que permite responder fácilmente a exigencias del medio ambiente, tales como la penetración de cuerpos extraños que pueden perturbar el funcionamiento mecánico o eléctrico, como la arena, polvo, pequeños animales e insectos voladores o trepadores, agua y otros líquidos que alteran los aislamientos y provocan su degradación, choques mecánicos que pueden deformar o romper las partes frágiles, gases corrosivos del ambiente, campos electromagnéticos radiantes y radiaciones diversas, entre ellas la luz.

El código IP se describe en la EN 60529. IP significa “International Protection”.

Este código permite describir los grados de protección proporcionados por las envolventes contra la proximidad de las partes peligrosas, la penetración de cuerpos sólidos extraños y contra los efectos nocivos del agua.

TABLA DE GRADOS IP

Primer Número Protección contra Sólidos.		Segundo Número Protección contra Líquidos.		Tercer Número Protección contra Impactos Mecánicos. (generalmente omitido)	
0	Sin Protección.	0	Sin Protección.	0	Sin Protección.
1	Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm.	1	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente.	1	Protegido contra impactos de 0.225 joules.
2	Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm.	2	Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical.	2	Protegido contra impactos de 0.375 joules.
3	Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5 mm.	3	Protegido contra rocíos directos de hasta 60° de la vertical.	3	Protegido contra impactos de 0.5 joules.
4	Protegido contra objetos sólidos de más de 1 mm.	4	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	4	Protegido contra impactos de 2.0 joules.
5	Protegido contra polvo-entrada limitada permitida.	5	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	5	Protegido contra impactos de 6.0 joules.
6	Totalmente protegido contra polvo.	6	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	6	Protegido contra impactos de 20.0 joules.
7	–	7	Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm. - 1cm.	7	–
8	–	8	Protegido contra periodos largos de inmersión bajo presión.	8	–

Así por ejemplo, una terminal con IP-64 está totalmente protegida contra la entrada de polvo y contra rocíos directos de agua de todas las direcciones.

4. Efectos del choque eléctrico en el cuerpo humano

Los efectos de un choque eléctrico en un ser humano pueden ser inmediatos o no inmediatos, además de las lesiones indirectas como caídas de altura, golpes de materiales, herramientas o equipos que se proyecten, entre otros.

4.1 Efectos físicos inmediatos

- **Paro cardíaco:** Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por detención cardíaca.
- **Asfixia:** Cuando la corriente eléctrica atraviesa el tórax, se tetaniza el diafragma y como consecuencia de ello los pulmones no tienen capacidad para ingresar aire ni para expulsarlo.
- **Quemaduras:** Internas o externas, por el paso de la intensidad de corriente a través del cuerpo. Se producen zonas de necrosis (tejidos muertos) y las quemaduras pueden llegar a alcanzar órganos profundos, músculos, nervios e incluso a los huesos.
- **Tetanización:** Contracción muscular, que anula la capacidad de reacción muscular, impidiendo la separación voluntaria del punto de contacto (los músculos de las manos y los brazos se contraen sin poder relajarse).
- **Fibrilación ventricular:** Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y se traduce en un paro circulatorio por alteración del ritmo cardíaco. El corazón, al funcionar descoordinadamente, no puede bombear sangre. Ello es grave en el cerebro donde es imprescindible una oxigenación continua.
- **Lesiones permanentes:** Producidas por destrucción de la parte afectada del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etc.).

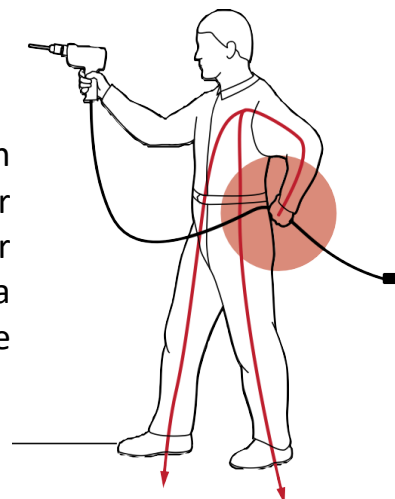
4.2 Efectos No inmediatos

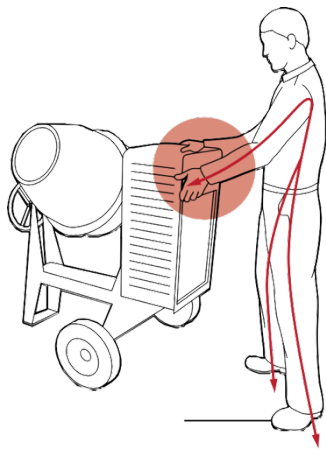
- **Manifestaciones renales:** Los riñones pueden quedar bloqueados por las quemaduras, ya que deben eliminar gran cantidad de mioglobina y hemoglobina que les invade después de abandonar los músculos afectados, así como las sustancias tóxicas que resultan de la descomposición de los tejidos destruidos por las quemaduras.
- **Trastornos cardiovasculares:** La descarga eléctrica puede provocar pérdida del ritmo cardíaco y de la conducción aurículo-ventricular e intraventricular, manifestaciones de insuficiencias coronarias agudas que pueden llegar hasta el infarto de miocardio, además de taquicardias, vértigo, cefaleas, etc.
- **Trastornos nerviosos:** La víctima de un choque eléctrico puede sufrir trastornos nerviosos relacionados con pequeñas hemorragias, fruto de la desintegración de la sustancia nerviosa central o medular. Por otra parte, es muy frecuente la aparición de neurosis de tipo funcional más o menos graves, transitorias o permanentes.
- **Trastornos sensoriales, oculares y auditivos:** Trastornos oculares ocasionados por los efectos luminosos y caloríficos del arco eléctrico. En la mayoría de los casos se traducen en manifestaciones inflamatorias del fondo y segmento anterior del ojo. Los trastornos auditivos comprobados pueden llegar hasta la sordera total y se deben generalmente a un traumatismo craneal, a una quemadura grave de alguna parte del cráneo o a trastornos nerviosos.

5. Tipos de contacto eléctrico

5.1 Contacto Directo

Se produce cuando la persona toma contacto con las partes activas de la instalación. Puede ser entre dos conductores o entre un conductor activo y tierra. Este tipo de contacto genera consecuencias graves por la gran cantidad de corriente que circula por el cuerpo.





5.2 Contacto Indirecto

Se produce cuando la persona toma contacto con elementos que accidentalmente están con tensión por algún defecto en su aislación.

Por ejemplo: carcasas o partes metálicas o de la instalación que deben estar aisladas.

5.3 Relámpago de Arco Eléctrico

Descarga continua entre dos conductores relacionados con una condición peligrosa asociada con la liberación de energía causada por un arco eléctrico.

Este efecto genera altas intensidades de calor (hasta 20.000°C) y proyección de partículas.

Este tipo de contacto puede darse principalmente en instalaciones de alta energía, tales como tableros generales, subestaciones aéreas, cables de distribución eléctrica (aéreos o subterráneos) o cables de alta tensión.

6. Factores que determinan el daño por contacto eléctrico

El contacto eléctrico es la circulación de corriente eléctrica a través del cuerpo humano, que pasa a ser conductor formando parte del circuito. Cuando se dan estas condiciones, significa que se ha producido un accidente, cuya gravedad está definida por los siguientes factores:

Intensidad de la corriente que pasa por el cuerpo

A medida que aumentan los valores de la intensidad, las consecuencias son cada vez peores (dificultad respiratoria, fibrilación ventricular, paro cardíaco, paro respiratorio, daños en el sistema nervioso, quemaduras graves, pérdida de conocimiento y muerte).

Tiempo de contacto

A mayor tiempo de contacto el daño es mayor, por lo que las protecciones de corte automático deben actuar con gran rapidez.

Frecuencia de la corriente

La frecuencia de la corriente alterna (utilizada en la industria y en nuestros hogares) **puede provocar alteraciones en el ritmo cardíaco**, existiendo riesgo de fibrilación ventricular.

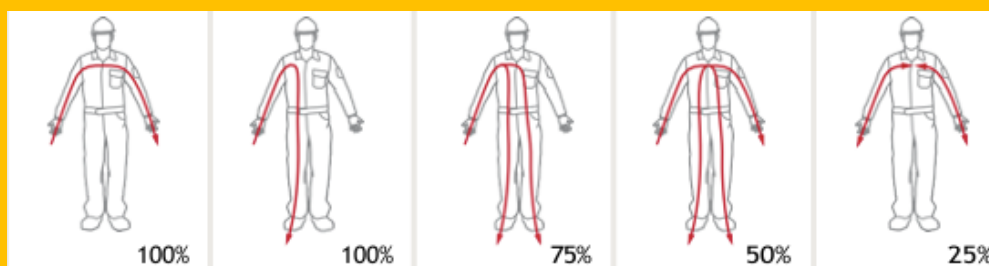
Resistencia del cuerpo entre los puntos de contacto

Existen tres tipos de resistencias: la resistencia propia del cuerpo (espesor y dureza de la piel, etc.), resistencia de contacto (ropa o guantes) y resistencia

Trayectoria de la corriente

Los recorridos de la corriente más habituales son mano-mano o mano-pie. La gravedad de las lesiones va a depender de los órganos internos que atraviese, por ejemplo si traspasa el corazón o pulmones, además de la impedancia relativa, que varía según el recorrido.

Figura N°6: Impedancia interna del organismo para diferentes trayectorias



7. Primeros Auxilios

EN EL CASO DE PRESENCIAR UN ACCIDENTE CON ELECTRICIDAD, SE RECOMIENDA:

+ Cortar de inmediato el suministro de energía eléctrica.

+ Si no se puede cortar el suministro de energía eléctrica, con la ayuda de un material aislante desprender a la víctima del contacto eléctrico.

+ Recordar que la persona es un conductor por lo que no puede tocarse directamente.

1

- Si la víctima se encuentra en un nivel alto, prever una caída.

2

- Prestar los primeros auxilios.

3

- Avisar al Supervisor

4

- Evitar la aglomeración de personas alrededor del accidentado.

5

- No suministrar bebidas estimulantes de ningún tipo.

ATENCIÓN!

Si el accidentado tiene sus ropas ardiendo con fuego, debe tenderse en el piso y hacerlo rodar, taparlo con mantas, sacos o lonas para ahogar las llamas. Se debe usar un extintor de CO2 o P.Q.S. evitando proyectar el chorro a los ojos. Si se usa agua, es necesario evitar no mojar los circuitos que se pudieran encontrar energizados en el sector.