



## SEGURIDAD Y SALUD: INSTRUCCIONES OPERATIVAS.

### **ENERGÍA ELÉCTRICA: EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO.**

#### 1.-QUÉ ES EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN.

El **riesgo de electrocución** para las personas se puede definir como la “posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano”. Así, se pueden considerar los siguientes aspectos:

- a) Para que exista posibilidad de circulación de corriente eléctrica es necesario:
  - Que exista un circuito eléctrico formado por elementos conductores
  - Que el circuito esté cerrado o pueda cerrarse
  - Que en el circuito exista una diferencia de potencial mayor que cero
- b) Para que exista posibilidad de circulación de corriente por el cuerpo humano es necesario:
  - Que el cuerpo humano sea conductor. El cuerpo humano, si no está aislado, es conductor debido a los líquidos que contiene (sangre, linfa, etc.)
  - Que el cuerpo humano forme parte del circuito
  - Que exista entre los puntos de “entrada” y “salida” del cuerpo humano una diferencia de potencial mayor que cero

Cuando estos requisitos se cumplan, se podrá afirmar que existe o puede existir riesgo de electrocución.

#### 2.- TIPOS DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS.

Los accidentes eléctricos se clasifican en:

##### 1. Directos:

Provocados por la corriente derivada de su trayectoria normal al circular por el cuerpo, es decir, es el choque eléctrico y sus consecuencias inmediatas.

Puede producir las siguientes alteraciones funcionales:

- Fibrilación ventricular- paro cardíaco.
- Asfixia- paro respiratorio.
- Tetanización muscular.

## 2. Indirectos:

No son provocados por la propia corriente, sino que son debidos a:

- Afectados por golpes contra objetos, caídas, etc., ocasionados tras el contacto con la corriente, que si bien por él mismo a veces no pasa de ocasionar un susto o una sensación desagradable, sin embargo sí puede producir una pérdida de equilibrio con la consiguiente caída al mismo nivel o a distinto nivel y el peligro de lesiones, fracturas o golpes con objetos móviles o inmóviles que pueden incluso llegar a producir la muerte.
- Quemaduras de la víctima debidas al arco eléctrico. La gravedad de loas mismas puede abarcar la gama del primer al tercer grado y viene condicionada por los dos factores siguientes:
  - a) La superficie corporal afectada
  - b) La profundidad de las lesiones

## 3.- FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN.

Los efectos del paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano vendrán determinados por los siguientes factores:

- Valor de la intensidad que circula por el circuito de defecto: los valores de intensidad no son constantes puesto que dependen de cada persona y del tipo de corriente, por ello se definen como valores estadísticos de forma que sean válidos para un determinado porcentaje de la población normal.
- Resistencia eléctrica del cuerpo humano: además de la resistencia de contacto de la piel (entre 100 y 500  $\Omega$ ), debemos tener en cuenta la resistencia que presentan los tejidos al paso de la corriente eléctrica, con lo que el valor medio de referencia está alrededor de los 1000  $\Omega$ ; pero no hay que olvidar que la resistencia del cuerpo depende en gran medida del grado de humedad de la piel.

- Resistencia del circuito de defecto: es variable, dependiendo de las circunstancias de cada uno de los casos de defecto, pudiendo llegar a ser nula en caso de contacto directo.
- Voltaje o tensión: la resistencia del cuerpo humano varía según la tensión aplicada y según se encuentre en un local seco o mojado. Así el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión fija unos valores de tensión de seguridad (tanto para corriente alterna como para continua) de 24 V para locales mojados y de 50 V para locales secos a la frecuencia de 50 Hz.
- Tipo de corriente (alterna o continua): la corriente continua actúa por calentamiento, aunque puede ocasionar un efecto electrolítico en el organismo que puede generar riesgo de embolia o muerte por electrólisis de la sangre; en cuanto a la corriente alterna, la superposición de la frecuencia al ritmo nervioso y circulatorio produce una alteración que se traduce en espasmos, sacudidas y ritmo desordenado del corazón (fibrilación ventricular).
- Frecuencia: las altas frecuencias son menos peligrosas que las bajas, llegando a ser prácticamente inofensivas para valores superiores a 100000 Hz (produciendo sólo efectos de calentamiento sin ninguna influencia nerviosa), mientras que para 10000 Hz la peligrosidad es similar a la corriente continua.
- Tiempo de contacto: este factor condiciona la gravedad de las consecuencias del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano junto con el valor de la intensidad y el recorrido de la misma a través del individuo. Es tal la importancia del tiempo de contacto que no se puede hablar del factor intensidad sin referenciar el tiempo de contacto.

#### Curvas de seguridad:

- ↪ Zona 1: zona de seguridad. Independiente del tiempo de contacto.
- ↪ Zona 2: habitualmente no se detecta ningún efecto fisiopatológico en esta zona.
- ↪ Zonas 3 y 4: en ellas existe riesgo para el individuo, por tanto no son zonas de seguridad. Pueden darse efectos fisiopatológicos con mayor o menor probabilidad en función de las variables intensidad y tiempo.
- Recorrido de la corriente a través del cuerpo: los efectos de la electricidad son menos graves cuando la corriente no pasa a través de los centros nerviosos y órganos vitales ni cerca de ellos (bulbo, cerebelo, caja torácica y corazón). En la mayoría de los accidentes eléctricos la corriente circula desde las manos a los pies. Debido a que en este camino se encuentran los pulmones y el corazón, los resultados de dichos accidentes son normalmente graves. Los dobles contactos **mano derecha- pie izquierdo** (o inversamente), **mano- mano**, **mano- cabeza** son



particularmente peligrosos. Si el trayecto de la corriente se sitúa entre dos puntos de un mismo miembro, las consecuencias del accidente eléctrico serán menores.

## 4.- EFECTOS FÍSICOS DEL CHOQUE ELÉCTRICO.

### 4.1.- EFECTOS FÍSICOS INMEDIATOS.

Según el tiempo de exposición y la dirección de paso de la corriente eléctrica para una misma intensidad pueden producirse lesiones graves, tales como: asfixia, fibrilación ventricular, quemaduras, lesiones secundarias a consecuencia del choque eléctrico, tales como caídas de altura, golpes, etc., cuya aparición tiene lugar dependiendo de los valores t-lc.

INTENSIDAD (mA)				EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO
c.c.		c.a. (50Hz)		
HOMBRE	MUJER	HOMBRE	MUJER	
1	0.6	0.4	0.3	Ninguna sensación
5.2	3.5	1.1	0.7	Umbral de percepción
76	51	16	10.5	Umbral de intensidad límite
90	60	23	15	Choque doloroso y grave (contracción muscular y dificultad respiratoria)
200	170	50	35	Principio de fibrilación ventricular
1300	1300	1000	1000	Fibrilación ventricular posible en choques cortos: Corta duración (hasta 0.03 segundos)
500	500	100	100	Fibrilación ventricular posible en choques cortos: Duración 3 segundos

Tabla 1.- Efectos sobre el organismo de la intensidad.

- Paro cardíaco: Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por parada cardíaca.
- Asfixia: Se produce cuando la corriente eléctrica atraviesa el tórax. el choque eléctrico tetaniza el diafragma torácico y como consecuencia de ello los pulmones no tienen

capacidad para aceptar aire ni para expulsarlo. Este efecto se produce a partir de 25-30 mA.

- **Quemaduras:** Internas o externas por el paso de la intensidad de corriente a través del cuerpo por Efecto Joule o por la proximidad al arco eléctrico. Se producen zonas de necrosis (tejidos muertos), y las quemaduras pueden llegar a alcanzar órganos vecinos profundos, músculos, nervios e incluso a los huesos. La considerable energía disipada por efecto Joule, puede provocar la coagulación irreversible de las células de los músculos estriados e incluso la carbonización de las mismas.
- **Tetanización:** O contracción muscular. Consiste en la anulación de la capacidad de reacción muscular que impide la separación voluntaria del punto de contacto (los músculos de las manos y los brazos se contraen sin poder relajarse). Normalmente este efecto se produce cuando se superan los 10 mA.
- **Fibrilación ventricular:** Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por rotura del ritmo cardíaco. El corazón, al funcionar incoordinadamente, no puede bombear sangre a los diferentes tejidos del cuerpo humano. Ello es particularmente grave en los tejidos del cerebro donde es imprescindible una oxigenación continua de los mismos por la sangre. Si el corazón fibrila el cerebro no puede mandar las acciones directoras sobre órganos vitales del cuerpo, produciéndose unas lesiones que pueden llegar a ser irreversibles, dependiendo del tiempo que esté el corazón fibrilando. Si se logra la recuperación del individuo lesionado, no suelen quedar secuelas permanentes. Para lograr dicha recuperación, hay que conseguir la reanimación cardíaca y respiratoria del afectado en los primeros minutos posteriores al accidente. Se presenta con intensidades del orden de 100 mA y es reversible si el tiempo de contacto es inferior a 0.1 segundo

La fibrilación se produce cuando el choque eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos, el 20% de la duración total del ciclo cardíaco medio del hombre, que es de 0.75 segundos.

- **Lesiones permanentes:** Producidas por destrucción de la parte afectada del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etc.)

Se fija el tiempo máximo de funcionamiento de los dispositivos de corte automático en función de la tensión de contacto esperada:

Tiempo máximo de corte (s)	Intensidad de contacto (mA)
>5	25
1	43
0.5	56



0.2	77
0.1	120
0.05	210
0.03	300

**Tabla 2**

Por encima de estos valores se presenta fibrilación ventricular y por debajo no se presentan efectos peligrosos.

#### **4.1.- EFECTOS FÍSICOS NO INMEDIATOS.**

Se manifiestan pasado un cierto tiempo después del accidente. Los más habituales son:

- Manifestaciones renales:

Los riñones pueden quedar bloqueados como consecuencia de las quemaduras debido a que se ven obligados a eliminar la 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 es susceptible de 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 trastornos únicamente subjetivos como taquicardias, sensaciones vertiginosas, cefaleas rebeldes, etc.

- Trastornos nerviosos:

La víctima de un choque eléctrico sufre frecuentemente trastornos nerviosos relacionados con pequeñas hemorragias fruto de la desintegración de la sustancia nerviosa ya sea central o medular. Normalmente el choque eléctrico no hace más que poner de manifiesto un estado patológico anterior. Por otra parte, es muy frecuente también la aparición de neurosis de tipo funcional más o menos graves, pudiendo ser transitorias o permanentes.

- Trastornos sensoriales, oculares y auditivos:

Los trastornos oculares observados a continuación de la descarga eléctrica son debidos a los efectos luminosos y caloríficos del arco eléctrico producido. 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.- PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE ELÉCTRICO.**

En primer lugar habrá de procederse a eliminar el contacto, para lo cual deberá cortarse la corriente si es posible. En caso de que ello no sea posible se tenderá a desprender a la persona accidentada, para lo cual deberá actuarse con las debidas precauciones (utilizando guantes, aislarse de la tierra, empleo de pértigas de salvamento, etc.) ya que la persona electrocutada es un conductor eléctrico mientras está pasando por ella la corriente eléctrica.

### **5.1.- ACCIDENTES POR BAJA TENSIÓN.**

- Cortar la corriente eléctrica, si es posible
- Evitar separar a la persona accidentada directamente y especialmente si está húmeda
- Si la persona accidentada está pegada al conductor, cortar éste con herramienta de mango aislante

### **5.2.- ACCIDENTES POR ALTA TENSIÓN.**

- Cortar la subestación correspondiente
- Prevenir la posible caída si está en alto
- Separar la víctima con auxilio de pértiga aislante y estando provisto de guantes y calzado aislante y actuando sobre banqueta aislante
- Librada la víctima, deberá intentarse su reanimación inmediatamente, practicándole la respiración artificial y el masaje cardíaco. Si está ardiendo, utilizar mantas o hacerle rodar lentamente por el suelo.