



Centro de  
Especializaciones  
Noeder

*Curso de Especialización*

# **SUPERVISIÓN Y SEGURIDAD EN TRABAJOS ELÉCTRICOS Y ENERGÍAS PELIGROSAS**

## **TRABAJOS ELÉCTRICOS Y ENERGÍAS PELIGROSAS**

## **SESIÓN 02**

**Ing. Jorge Arzapalo Barrera**

# ENERGÍAS PELIGROSAS



*QUE ENERGÍAS DEBO BLOQUEAR?*



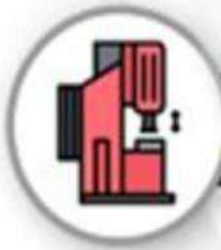
**ELÉCTRICA**



**EÓLICA**



**NEUMÁTICA**



**HIDRÁULICA**



**TÉRMICA**

*EN QUE TAREAS DEBO BLOQUEAR Y ETIQUETAR?*



**INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS**



**REPARACIÓN**



**INTERVENCIÓN DE MAQUINARIA**



**INTERVENCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS E INDUSTRIALES**



**SUPERVISIÓN**

# PELIGROS & RIESGOS ELÉCTRICOS



*Descargas eléctricas*



*Quemaduras eléctricas*



*Lesiones- Arco eléctrico*



*Explosiones eléctricas*



*Alturas*






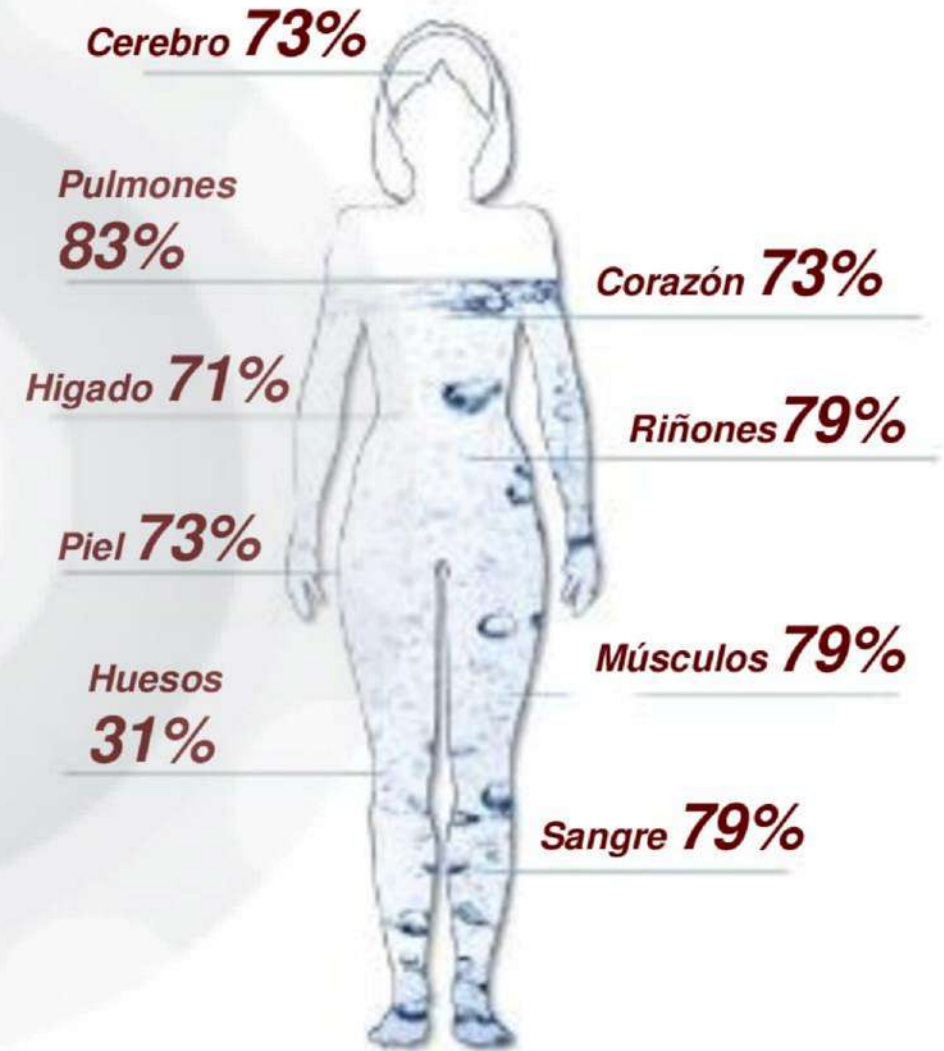
*Excavaciones*



*Posibilidad de circulación de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano.*

***Son fundamentalmente de 3 tipos:***

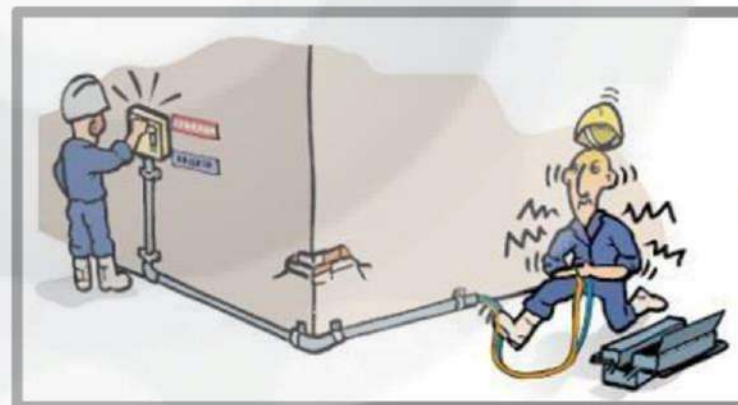
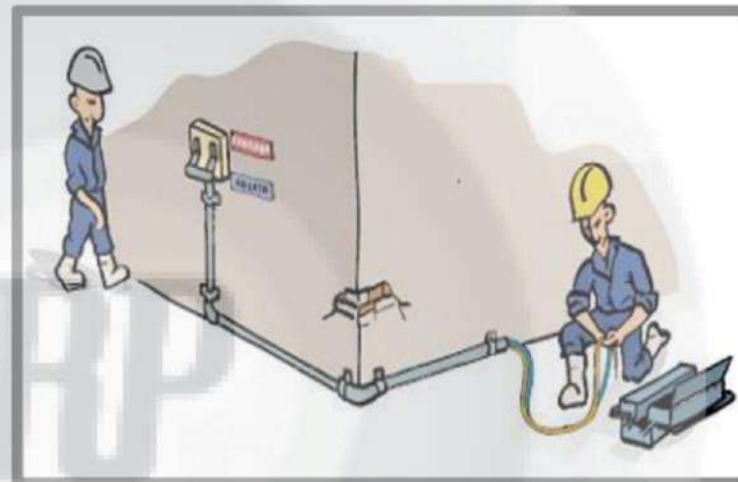
-  *Por Descarga Eléctrica.*
-  *Por Contacto Directo.*
-  *Por Contacto Indirecto.*





## DESCARGA ELECTRICA

Conductor eléctrico



forma parte del  
circuito eléctrico.

# TIPOS DE RIESGOS ELÉCTRICOS



## CONTACTO DIRECTO



*Es el contacto de personas con partes eléctricas activas de los materiales y equipos.*

## CONTACTO INDIRECTO









*Es el contacto del cuerpo con partes eléctricas puestas accidentalmente bajo tensión..*





## CHOQUE ELÉCTRICO

-  *Efectos nocivos sobre el cuerpo humano (quemaduras en la piel o en los tejidos internos, daño al sistema nervioso, daño a órganos, etc.) debido a la circulación de la corriente eléctrica.*
-  *Puede provocar desde un leve hormigueo, hasta disfunciones circulatorias y respiratorias capaces de causar la muerte.*
-  *La gravedad de estos efectos depende de:*
  -  *La intensidad de la corriente.*
  -  *Las partes del cuerpo por las que circula la corriente.*
  -  *La duración del paso de la corriente.*





## CHOQUE ELÉCTRICO - SEVERIDAD

Existen tres factores que determinan la severidad del choque eléctrico:

**MAGNITUD DE LA CORRIENTE:** Los daños van directamente relacionados con la cantidad de corriente que circula. Corrientes tan pequeñas en el rango de 50-100 mA son capaces de provocar fibrilación ventricular, que es la causa mas común de muertes por choque eléctricos.

**CAMINO RECORRIDO:** La gravedad depende de los órganos que son afectados por la corriente.






**DURACIÓN DEL CONTACTO:** Mientras más tiempo dure el choque eléctrico, aumenta la cantidad de energía en forma de calor (Watts) que produce quemaduras a los tejidos.







*Los principales factores que influyen y determinan los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano son:*

-  *La intensidad de la corriente*
-  *Tensión*
-  *Resistencia del cuerpo humano*
-  *Duración del contacto*
-  *Trayectoria de la corriente*



## TENSIÓN



*La tensión no es la que determina directamente los efectos y lesiones, sino que lo hace de forma indirecta al generar intensidad que circula por el cuerpo humano junto con su duración son los factores que determinan los efectos y lesiones en el cuerpo humano.*



*Una tensión elevada no es peligrosa en sí misma, si no en cuanto se aplica a una resistencia baja que permite el paso de una tensión perjudicial.*

### Tensión de seguridad

*Es aquélla que puede ser aplicada indefinidamente al cuerpo humano sin peligro:*



*En emplazamientos secos 50 V.*



*En emplazamientos húmedos o mojados 24 V.*










*En emplazamientos sumergidos 12 V.*







## RESISTENCIA HUMANA

Los parámetros a tomar en cuenta son:

-  Estado de la superficie de contacto (seca, limpia, húmeda, mojada)
-  Estado de la piel (seca, húmeda, mojada)
-  Dureza de la epidermis
-  Trayectoria de la corriente
-  Presión y superficie de contacto
-  Edad, sexo y peso
-  % de alcohol en sangre

## RECOMENDACIONES:

-  Si usamos un piso de jebe o zapatos con planta aislante para trabajos en baja tensión (220 V), estamos aumentando la resistencia a valores superiores a los 3.3 Mega-Ohm.
-  Cuando utilizamos guantes dieléctricos o herramientas aisladas, estamos protegidos por una alta resistencia que supera los 20 Mega-Ohm



## RESISTENCIA DEL CUERPO HUMANO

*La resistencia del cuerpo humano es la suma de la resistencia de la piel más la resistencia interna del cuerpo.*

*La piel seca puede tener una resistencia de 40,000 a 100,000 Ohm, condiciones de humedad pueden disminuir sustancialmente esta resistencia.*

*La resistencia interna del cuerpo humano es de aproximadamente 500 Ohm.*

*Para efectos prácticos, los fisiólogos que han estudiado al cuerpo humano y la electricidad, le han asignado un valor de:*

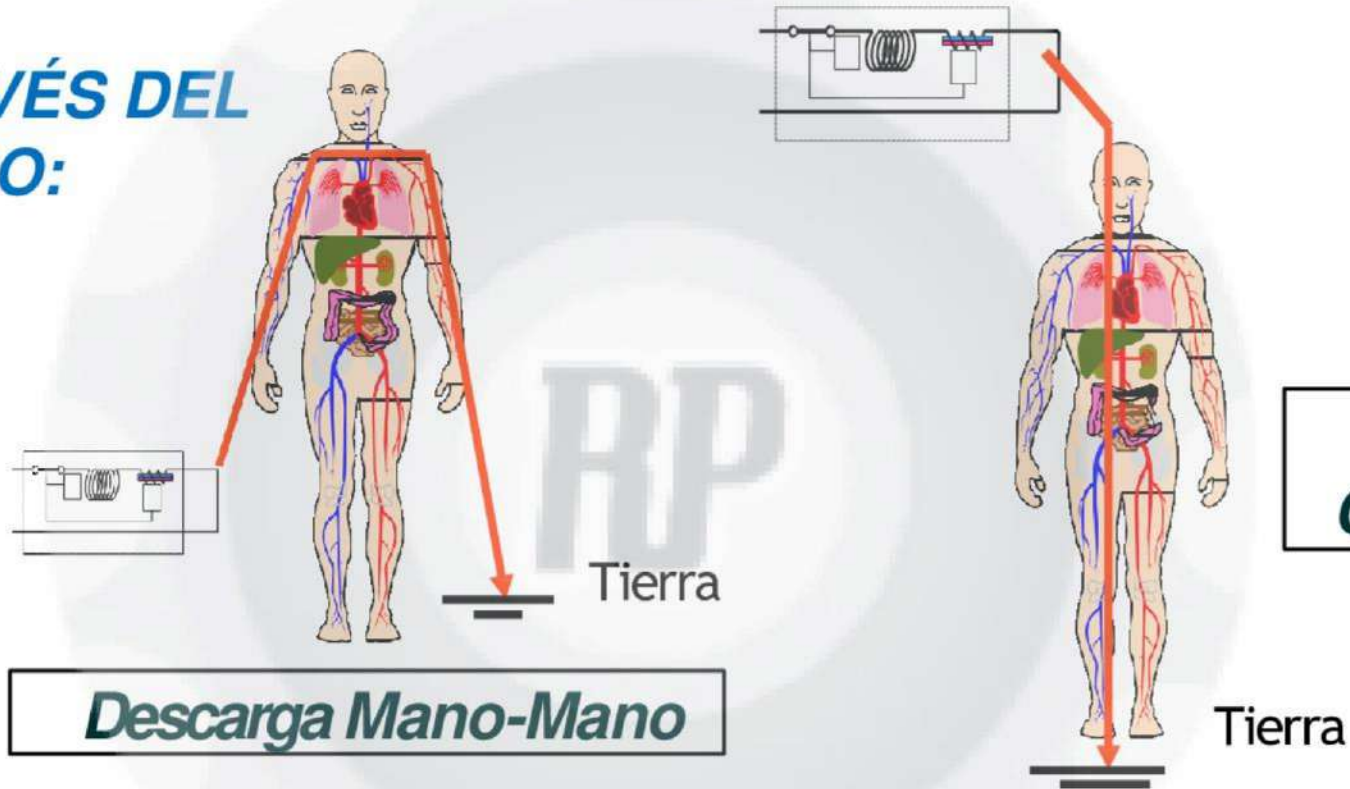
- *500 Ohm a las extremidades superiores e inferiores, y*
- *100 Ohm al tronco.*



# FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RIESGO ELÉCTRICO



**PASO A TRAVÉS DEL CUERPO:**

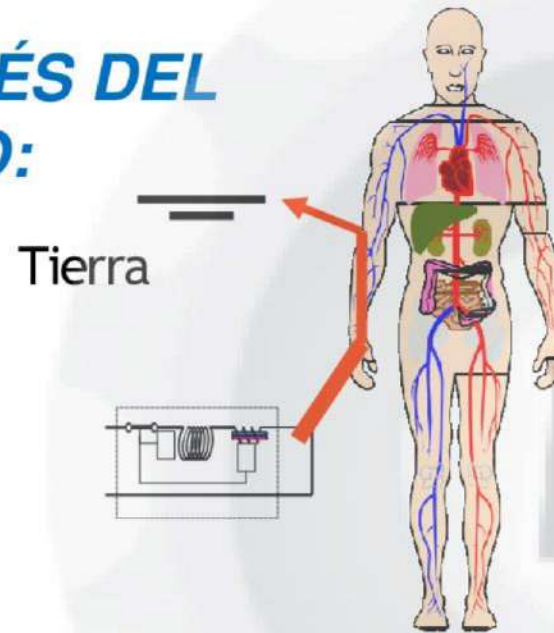


*Es extremadamente peligroso, pues la corriente circula pasando por órganos vitales (corazón y músculos respiratorios).*

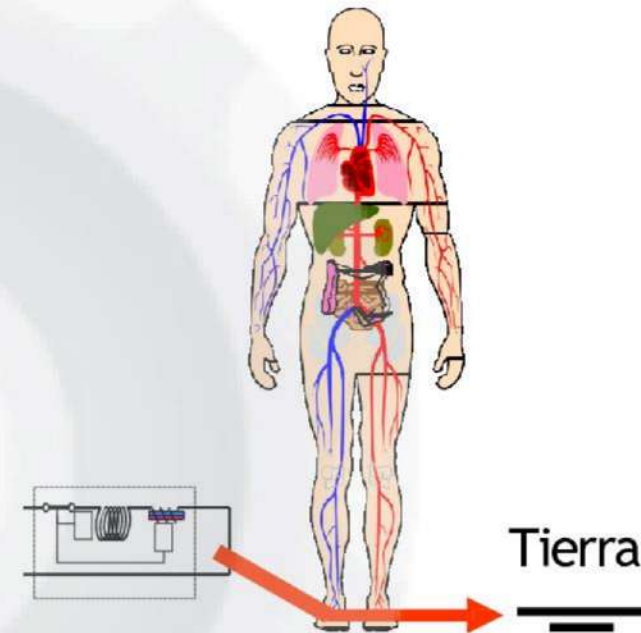
# FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RIESGO ELÉCTRICO



## PASO A TRAVÉS DEL CUERPO:



***Descarga Mano-Codo***

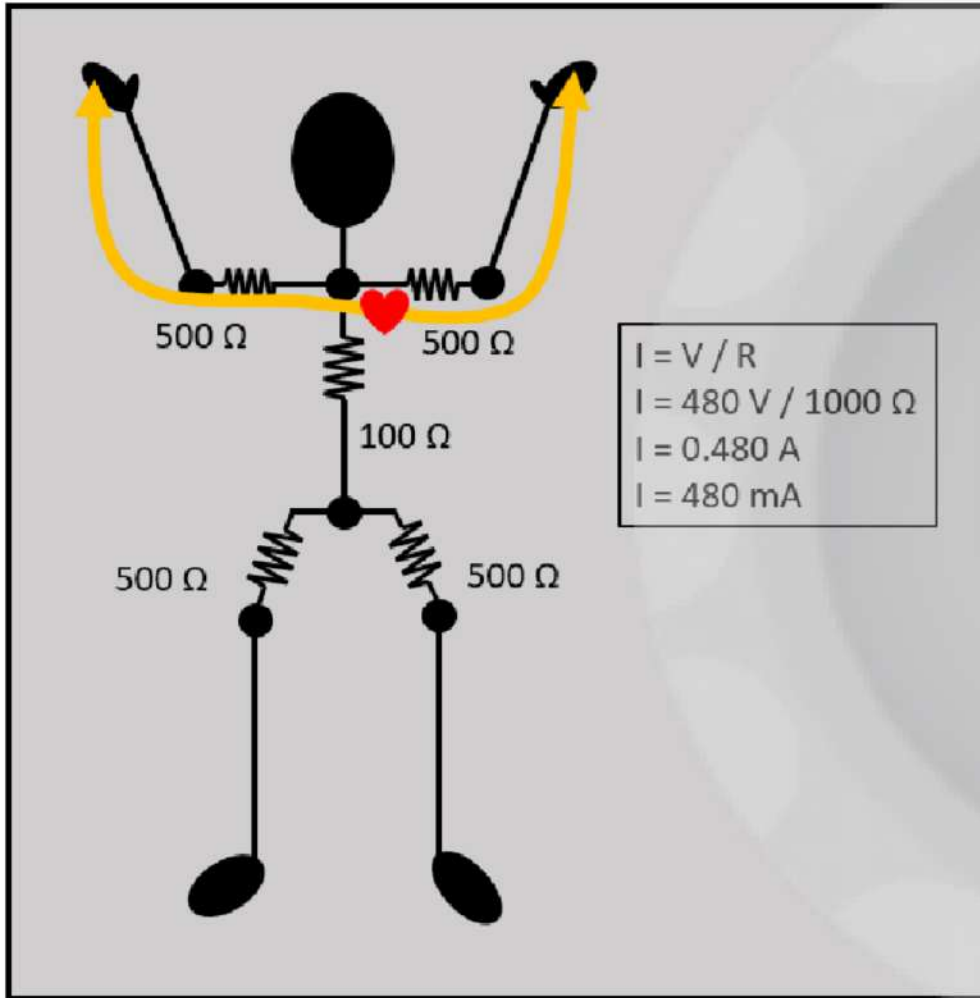


***Descarga Pies-Pies***

*Es menos grave pues no hay circulación de corriente por órganos vitales.*



# EFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO



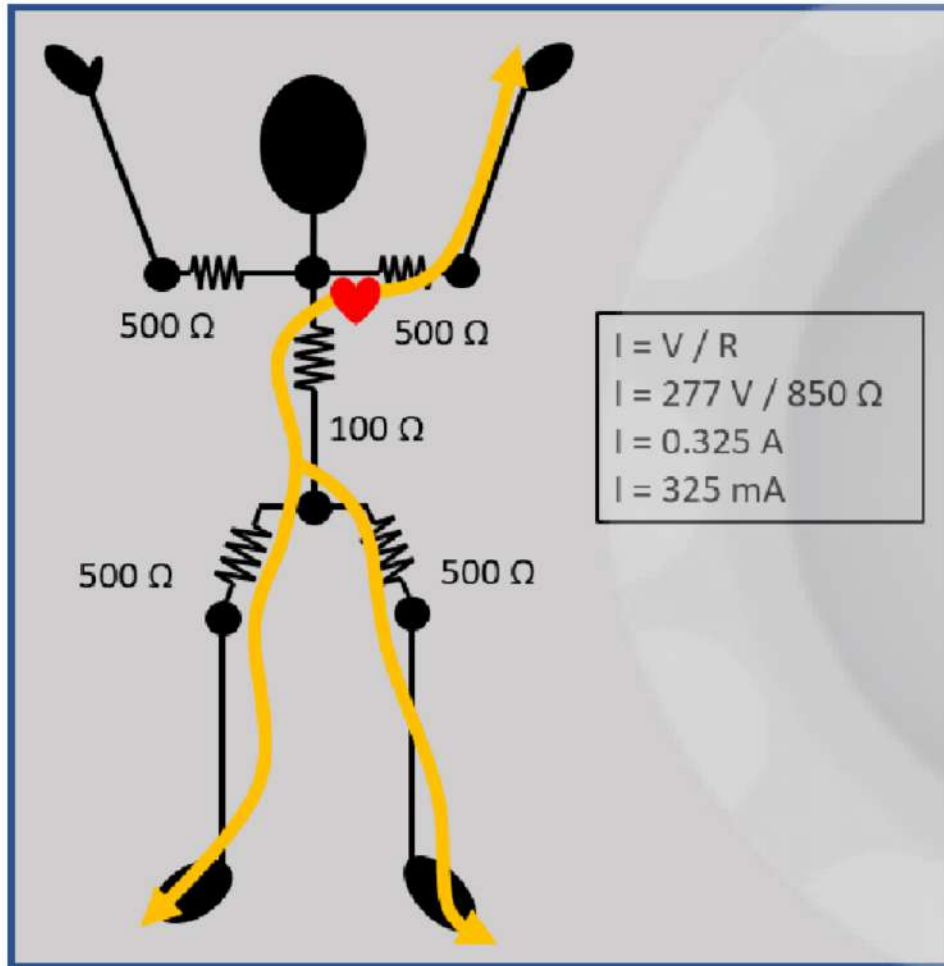
## Ejem\_01:

Sometemos a un voltaje de 480 Volts entre sus manos por un contacto accidental con dos conductores energizados a un voltaje de 480 Volts.

La corriente sigue el flujo marcado en color amarillo, pasando directamente por el corazón.

La resistencia es de 1,000 Ohm (brazo directo + brazo izquierdo), por lo que la magnitud de un choque eléctrico es de 480 mili Amperes, alta para provocar fibrilación ventricular y posiblemente la muerte.

# EFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO



## Ejem\_02:

Sometemos a un voltaje de 277 Volts entre sus mano izquierda y sus pies, contacto accidental con un conductor energizados a un voltaje de 270 Volts.

La corriente sigue el flujo, pasando directamente por el corazón.

La resistencia de este camino es de 850 Ohm (brazo izquierdo + tronco + las dos piernas en paralelo), por lo que la magnitud de un choque eléctrico de esta naturaleza es de 320 mili Amperes, suficientemente alta para provocar fibrilación ventricular y posiblemente la muerte.



# EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO



Corriente (I)	Efectos sobre el cuerpo humano
1-5 mA	Sensación de hormigueo o entumecimiento. Peligroso por los movimientos involuntarios
5-16 mA	Rango en la que la mayoría de las personas se pueden soltar de la fuente de energía.
17-20 mA	Se produce tetanización (inmovilización) muscular, las personas no se pueden soltar de la fuente de energía
20-50 mA	Parálisis en los músculos respiratorios, infarto respiratorio, severas contracciones musculares
50-100 mA	Fibrilación ventricular
2 A	Paro cardiaco (asístole), daño a tejidos, daño a órganos internos, posible muerte



## **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.





## **Quemaduras (Internas o externas):**


Se producen zonas de necrosis (tejidos muertos), y pueden llegar a alcanzar órganos vecinos profundos, músculos, nervios e incluso a los huesos. La considerable energía disipada, puede provocar la coagulación irreversible de las células de los músculos estriados e incluso la carbonización de las mismas.

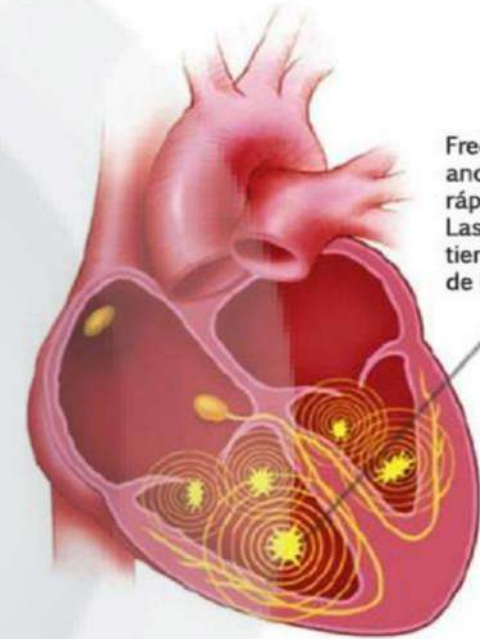


## **Fibrilación ventricular:**

 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.

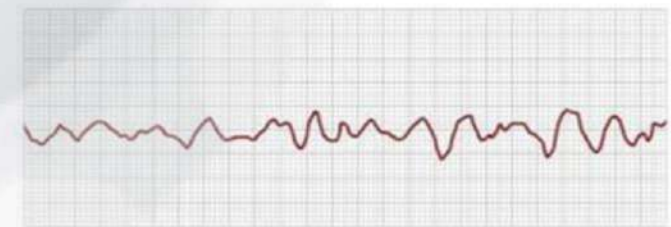
 El corazón, no puede bombear sangre a los diferentes tejidos del cuerpo humano. Ello es grave en los tejidos del cerebro donde es imprescindible una oxigenación continua de los mismos por la sangre.

 La fibrilación se produce cuando el choque eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos.



Frecuencia cardíaca anormalmente rápida y caótica; Las aurículas tiemblan en vez de latir.

Fibrilación ventricular ECG

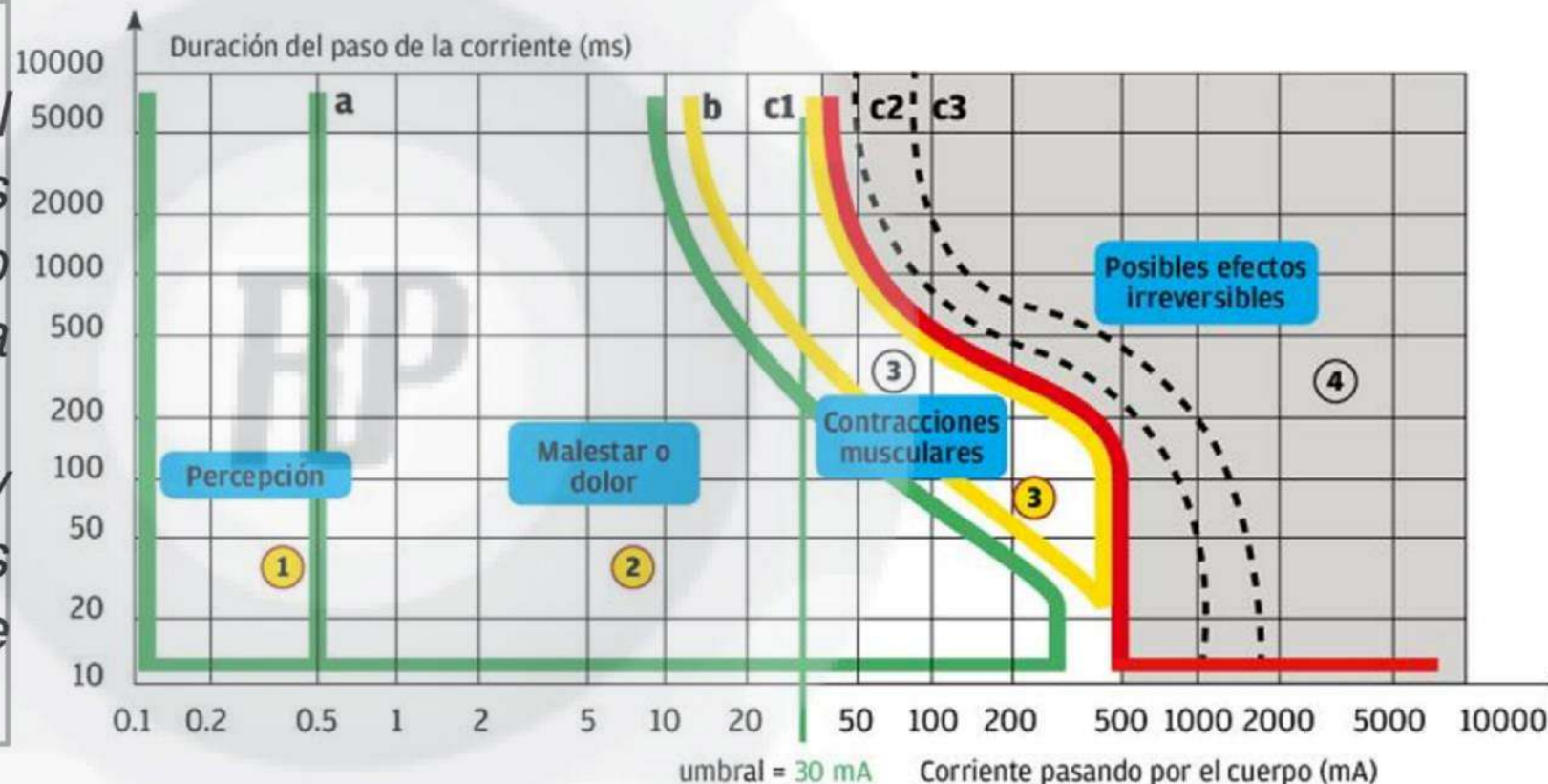


# EFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO



## Norma IEC 60479

La norma internacional IEC 60479 estudia los efectos que tiene el paso de la corriente alterna sobre el cuerpo humano. Define distintas zonas y curvas, correspondientes a combinaciones de corriente y tiempo.



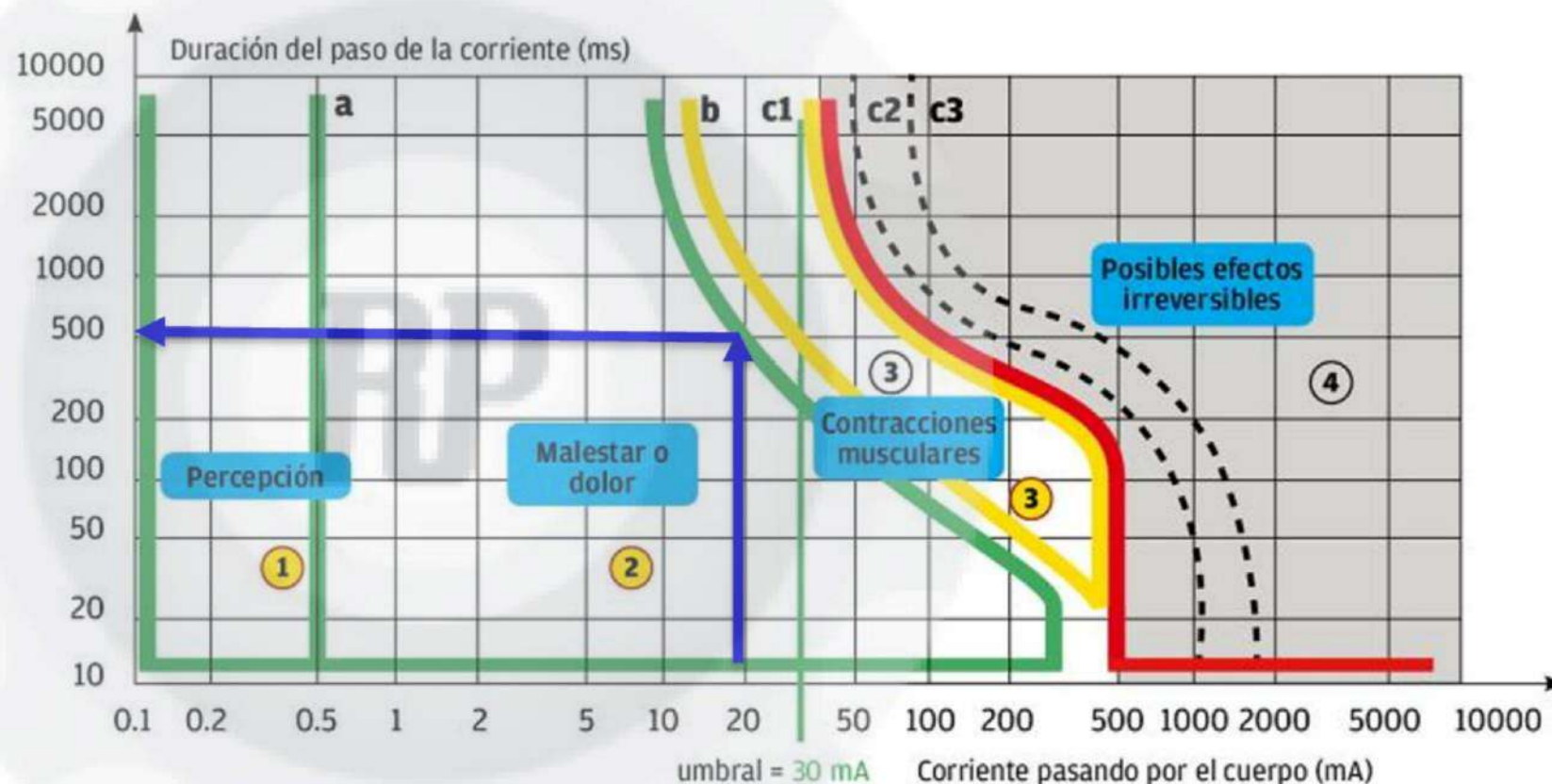


# EFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO



## Ejemplo 1

Si por una persona circula una corriente de 20 mA, ¿cual es el tiempo máximo que se puede soportar antes de que se produzcan dificultades en la respiración?



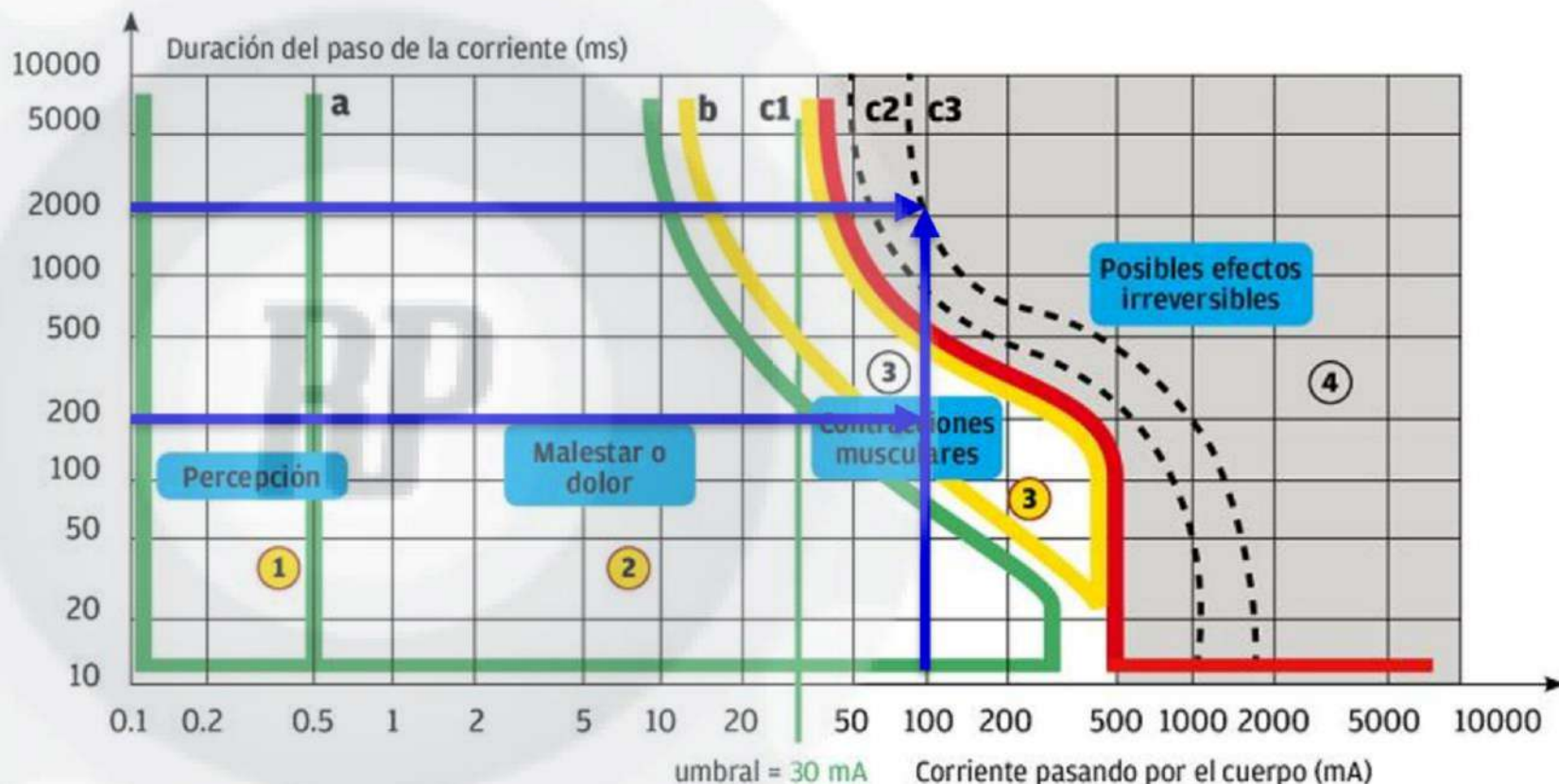
# EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL CUERPO HUMANO



## Ejemplo 2

Que efectos produce una corriente de 100 mA

- ✓ Durante 2 segundos
- ✓ Durante 200 milisegundos







## **INTENSIDAD DE CORRIENTE:**

*Mediante experimentos realizados en personas y animales, ha quedado demostrado que la intensidad es uno de los factores que determinan la mayor o menor gravedad de las lesiones.*

<b>1 a 3 mA</b>	<i>No existe peligro y el contacto se puede mantener sin problemas.</i>
<b>3 a 10 mA</b>	<i>Produce una sensación de hormigueo y puede provocar movimientos reflejos.</i>
<b>10 mA</b>	<i>Contracción muscular máxima o contracción de los músculos de las manos y los brazos que impide soltar los objetos.</i>
<b>25 mA</b>	<i>Paro respiratorio (si la corriente atraviesa el cerebro).</i>
<b>25 a 30 mA</b>	<i>Asfixia (si la corriente atraviesa el tórax).</i>
<b>60 a 75 mA</b>	<i>Fibrilación ventricular (si atraviesa el corazón).</i>

## RELACIÓN INTENSIDAD-TIEMPO QUE PUEDE CAUSAR LA MUERTE



<b>INTENSIDAD</b>	<b>TIEMPO</b>
15 mA	2 min.
20 mA	60 seg.
30 mA	35 seg.
100 mA	3 seg.
500 mA	110 mseg.
1 A	30 mseg.





**De 20 a 50 mA,** la corriente no es mortal si el tiempo de contacto es inferior a un segundo; si la duración fuera mayor empezarían los calambres a los músculos de la respiración y finalmente podrían provocar la muerte por asfixia.



**De 50 a 500 mA,** durante tres segundos producen paro respiratorio y/o fibrilación del corazón con el consecuente paro cardíaco.



**Mas de 500 mA,** la posibilidad de fribrilación disminuye, pero en cambio, aumenta el peligro de muerte por parálisis de los centros nerviosos y fenómenos secundarios.

## Con paso de corriente por el cuerpo:



Muerte por paro cardíaco (**fibrilación ventricular**).



**Asfixia y paro respiratorio.**



**Tetanización** / contracción muscular.



**Quemaduras** internas y externas (mortales o no).



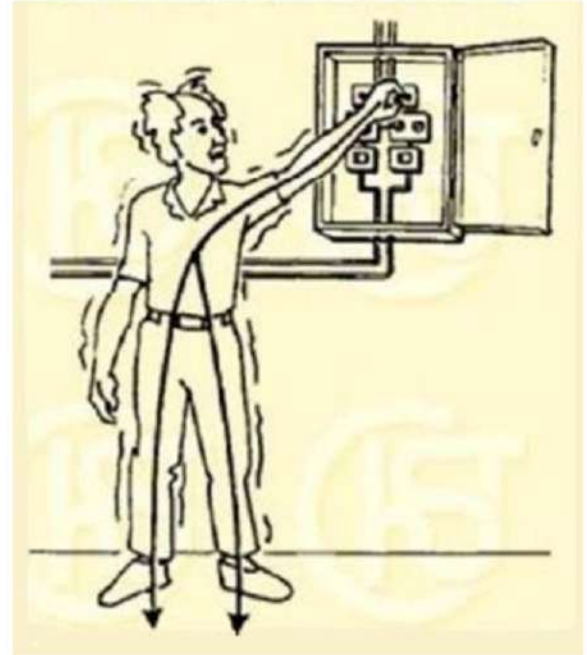
**Bloqueo renal** por efectos tóxicos de las quemaduras.



**Embolias** por efecto electrolítico en la sangre.



**Lesiones físicas** secundarias por caídas, golpes, etc.







## *Sin paso de corriente por el cuerpo:*

RUPAC

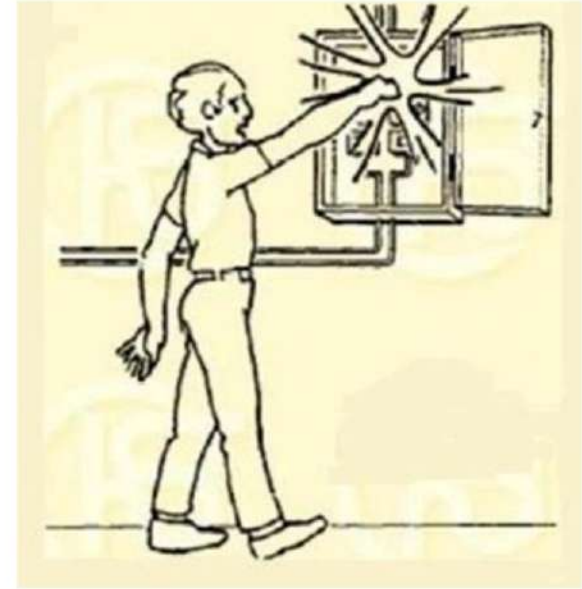
**Quemaduras directas** por arco eléctrico  
proyecciones de partículas, etc.

RUPAC

**Lesiones oftalmológicas** por radiaciones de  
arcos eléctricos (conjuntivitis, ceguera).

RUPAC

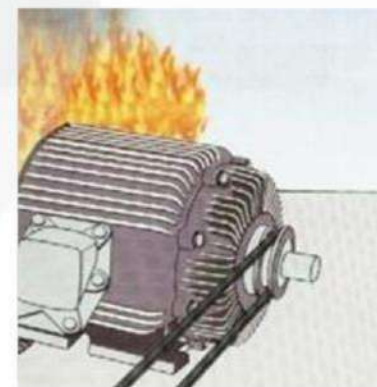
**Lesiones debidas a explosiones** de gases  
o vapores iniciadas por arcos eléctricos.





**EXPLOSIONES:** pueden ocurrir cuando la electricidad provee la fuente de encendido en un ambiente con las condiciones requeridas para una explosión.

**INCENDIOS:** la electricidad es una de las causas más comunes de incendios en el hogar y en el trabajo. El equipo eléctrico defectuoso o usado incorrectamente es la causa mayor de incendios.





# MEDIDAS DE PREVENCIÓN

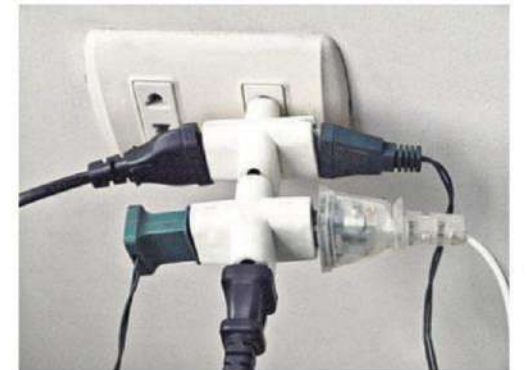
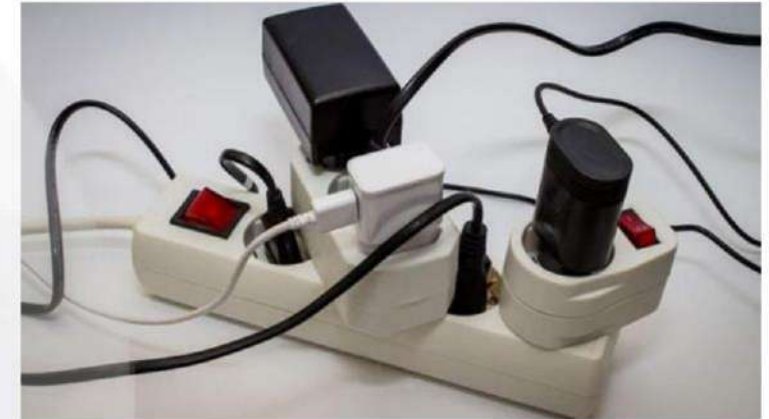


*Los enchufes y tomacorrientes deben estar en buenas condiciones y sin cables expuestos.*

*Evite sobrecargar enchufes, esta prohibido adaptadores de enchufes múltiple.*

*Las instalaciones eléctricas deben tener conexión a tierra y los tableros eléctricos deben estar provistos de diferencial.*

*Las instalaciones eléctricas no deben pasar debajo de alfombras ni colocarse sobre elementos que puedan incendiarse.*



# MEDIDAS DE PREVENCIÓN



*Nunca se cortará el polo a tierra del enchufe para que concuerde con el tomacorriente.*



*No enchufar alambres pelados en tomacorrientes.*

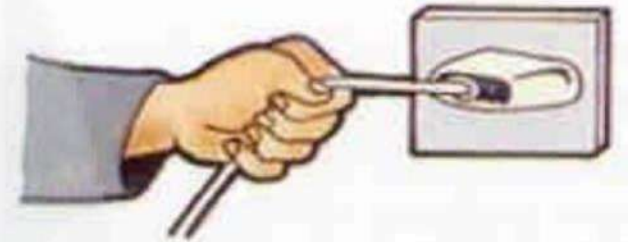


*Cuando una herramienta se encuentra defectuosa se debe señalar como inoperativo hasta que sea reparada.*

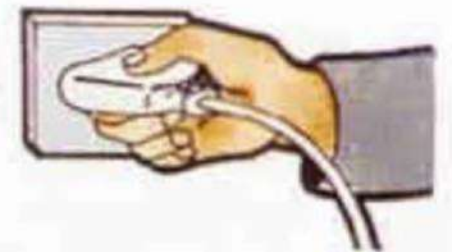


*Nunca se desconectarán los enchufes jalándolas del cordón.*

Así nunca








siempre así





## MEDIDAS DE PREVENCIÓN



-  No se permite el trabajo con herramientas eléctricas bajo condiciones climáticas adversas (ejemplo: lluvia, granizo, etc.).
-  Desconectar el enchufe de la herramienta antes de ajustar, limpiar o cambiar un accesorio.
-  Si una herramienta se deja de usar, se deberá desconectar el enchufe.
-  Antes de conectar una herramienta, verificar que su interruptor está en la posición de "apagado".
-  No debe usarse herramientas eléctricas cerca de materiales combustibles o inflamables.



*No están permitidas las extensiones unidas con cinta aislante.*



*Proteger los conductores eléctricos de quemaduras, corrosivos, corte, aplastamiento, paso de vehículos, etc.*



*Evite colocar cables eléctricos sobre estructuras metálicas, tuberías, agua u otros objetos que faciliten las fugas de corriente.*



*Los interruptores de las herramientas eléctricas deben estar situadas de manera que se evite el riesgo de una puesta en marcha intempestiva o imprevista.*



*No usar cables eléctricos “mellizos”.*





Los cables (extensiones) y enchufes expuestos pueden transmitir energía por lo que deben tener una conexión a tierra para evitar contactos eléctricos, especialmente cuando se usan herramientas de mano que operan con un motor, herramientas o equipo que se opere en lugares mojados o húmedos y donde los conductores de electricidad estén en superficies que los trabajadores estén parados.



# BLOQUEO Y ETIQUETADO



**¡RECUERDA!**



## BLOQUEO

Es asegurar físicamente que una máquina no se pueda operar mientras se realizan los mantenimientos o inspecciones, mediante el uso conjunto de un dispositivo y candado de identificación adecuado.



## ETIQUETAR

Es la manera de informar que la energía que aísla el dispositivo se encuentra interrumpida (cortada) y que el equipo o máquina se encuentra en intervención y no puede ser usado hasta que sea retirado el dispositivo de bloqueo asignado por quien realiza el mantenimiento.





# LOCKOUT TAGOUT (LOTO)



Es un procedimiento de seguridad para desconectar y consignar las distintas fuentes de energía de los equipos industriales, mientras las operaciones de mantenimiento, limpieza se llevan a cabo.



El procedimiento LOTO protege a los trabajadores tanto de una puesta en marcha accidental de la energías vivas como de la energías residuales y de un encendido imprevisto que pueda provocar un accidente durante un servicio de mantenimiento o aislamiento (corte, atrapamiento, quemaduras, electrocución, etc.).



## BLOQUEO Y ETIQUETADO



# ACTUACIONES DEL PROCESO LOTO



**CONSIGNACIÓN:** Dispositivo físico que asegura la no puesta en marcha de la energía y que solamente podrá ser retirado por el usuario o usuarios que lo hayan bloqueado.

**SEÑALIZACIÓN:** es importante añadir una etiqueta en el punto de bloqueo con los datos de la persona responsable de la consignación.






**BLOQUEO:** Se asegura que el elemento queda desenergizado, que se corta el paso a la energía viva.



# DISPOSITIVOS






## CANDADOS

-  Impide que los empleados activen accidentalmente el equipo mientras alguien esta trabajando o manipulando la instalación
-  Pueden ser metálicos, de acero inoxidable, dieléctricos, depende de la necesidad.
-  Son personales



## PINZAS MULTIPLES

-  Permiten añadir mas candados a un bloqueo.
-  Para trabajos grupales (personas en un mismo punto de bloqueo).
-  Son de nylon xenoy (dieléctricas o en acero inoxidable).

# DISPOSITIVOS



## ETIQUETAS



Permiten señalización visual y nos indican la persona que ha realizado la consignación.



Pueden ser etiquetas estándares y personalizadas.



## CAJAS DE BLOQUEO



Para procesos de bloqueos mas complicados (jerarquía de desbloqueo)



Las llaves de candados bloqueados se depositan en caja y esta se bloquea con otros candados.



# DISPOSITIVOS



## ARMARIOS/ESTACIONES DE BLOQUEO



*Facilitan la organización y mejora la eficiencia de los procesos LOTO*



*El tamaño de los mismos se adapta a las necesidades de consignación de cada empresa..*

# DISPOSITIVOS





## CODIGO DE COLORES

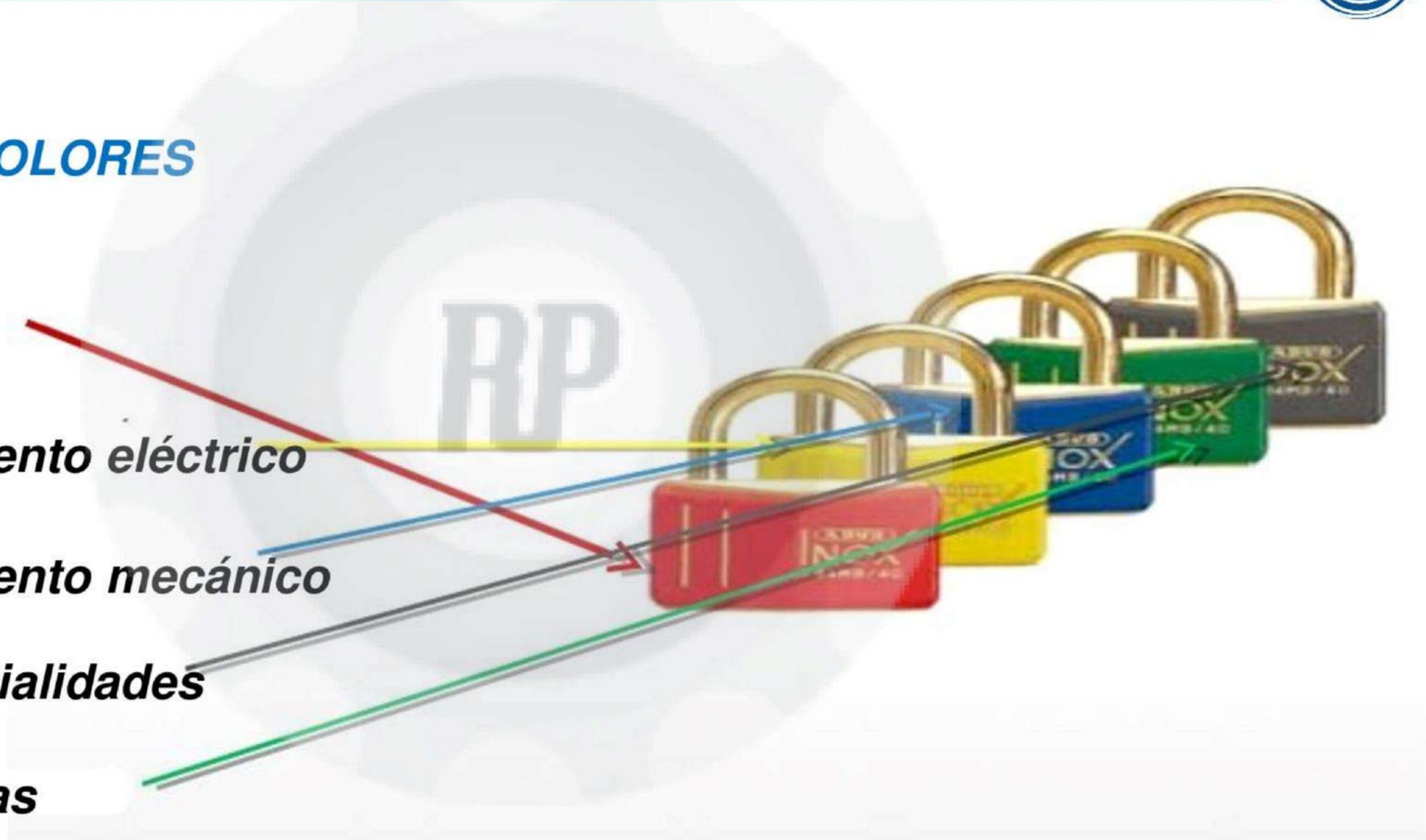
**1.- Operación**

**2.- Mantenimiento eléctrico**

**3.- Mantenimiento mecánico**

**4.- Otra especialidades**

**5.- Contratistas**



# PROGRAMA PARA MANEJO Y CONTROL DE ENERGÍAS



1. Los empleadores deben tener **PROCEDIMIENTOS** - Estándares de Seguridad - para este proceso los cuales se usarán en todas las situaciones donde la energización inesperada, arranque, o liberación de energía almacenada del equipo o proceso mecánico, se pueda manifestar, con la posibilidad de causar lesiones al trabajador.
2. Estos se deben aplicar para la totalidad de actividades como instalación, reparación, operación, ajuste, limpieza o desatascamiento, en equipos o procesos mecánicos
3. Basados en lo anterior los empleadores deben crear y poner en práctica un Programa de Control de Energías, escrito, el cual como mínimo:
  - Describa procedimientos seguros de trabajo.
  - Establezca procedimientos formales de bloqueo e identificación con etiquetas.
  - Adiestre a todos los trabajadores en el programa, y haga cumplir el uso de los procedimientos (incluso acción disciplinaria por no seguirlos).





## PASOS:

- Entrenamiento del personal
- Preparación para apagar equipos
- Apagado del equipo
- Asilamiento de equipos
- Fijación de candados y tarjetas
- Control de energía residual
- Verificación del aislamiento del equipo
- Realizar el trabajo

## REENTRENAMIENTO










- Cuando cambie el procedimiento
- Cuando cambie la legislación
- Cuando las auditorias demuestren requerir reentrenamiento
- Cuando cambien los procesos o se agreguen nuevos riesgos
- Cuando ingresen empleados nuevos o sean transferidos





## ***Paso 1: Desarrollar y documentar un programa escrito de bloqueo / etiquetado***

*De acuerdo a la norma 29 CFR 1910.147(c) de OSHA, un programa escrito de bloqueo/etiquetado debe de cubrir, por lo menos, los siguientes aspectos:*

-  *Propósito y alcance del programa*
-  *Personal autorizado para realizar el bloqueo/etiquetado*
-  *Política de cumplimiento*
-  *Métodos de capacitación*
-  *Procedimientos para bloqueo grupal*
-  *Procedimientos para transferencia de turnos*
-  *Procedimientos para retiro de bloqueos*
-  *Método para auditoría y actualización de los procedimientos de bloqueo*
-  *Coordinación con contratistas externos*










## ***Paso 2: Procedimientos gráficos de bloqueo para máquinas específicas***



*Cree procedimientos escritos de bloqueo para cada máquina energizada. Estos procedimientos de bloqueo servirán como hoja de verificación para asegurar que los empleados desactiven por completo la máquina antes de dar servicio, para evitar errores y para minimizar el riesgo de accidentes o lesiones.*

### ***Se deben de seguir los siguientes lineamientos:***

-  *Los procedimientos deben documentarse, y deben de identificar el equipo que cubren.*
-  *Se debe de crear un procedimiento individual para cada máquina que se debe bloquear. Hay excepciones en la que múltiples máquinas pueden agruparse en un solo procedimiento.*
-  *El procedimiento debe incluir pasos específicos para apagar, aislar, bloquear y asegurar el equipo para controlar la energía peligrosa.*
-  *También se deben incluir pasos específicos para colocar, retirar y transferir dispositivos de bloqueo / etiquetado.*
-  *El empleador debe de efectuar y certificar inspecciones periódicas al menos una vez al año.*



## **Paso 3: Identificación de puntos para control de energía**

-  El tercer paso en un programa de bloqueo es identificar todos los puntos de control de energía con tarjetas, etiquetas o señalamientos. En la Sección 1910.147(C)(5)(III) 'IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA', OSHA requiere a las plantas que ubiquen y marquen todos los puntos para aislamiento de energía eléctrica (interruptores manuales, interruptores automáticos y enchufes).
-  Los puntos para control de energía deben de estar marcados con etiquetas permanentes o etiquetas que adviertan sobre condiciones de riesgo si se activa la máquina o equipo.








## **Paso 4: Capacitación y comunicación a los empleados sobre bloqueo / etiquetado**

*El cuarto paso dentro de un programa efectivo de bloqueo es capacitar a los empleados y promover la implementación de buenas prácticas. A final de cuentas, la seguridad y eficiencia solamente se pueden alcanzar mediante la capacitación de los empleados en las prácticas correctas de bloqueo.*

### **La normativa indica:**





-  *Que el empleador debe proporcionar capacitación para asegurar que los empleados comprendan el propósito y función de un programa para el control de energía.*
-  *El empleador debe certificar que se complete satisfactoriamente la capacitación del empleado y que se actualice constantemente.*
-  *Hay tres categorías de empleados que requieren capacitación formal para bloqueo: “Autorizados,” “Afectados” y “Otros.”*



## ***Paso 5: Dispositivos de advertencia y herramientas de bloqueo adecuados***

*El quinto paso para tener un programa efectivo de bloqueo es equipar a los empleados con las herramientas de bloqueo y dispositivos de advertencia adecuados. El uso adecuado de las herramientas para bloqueo es un factor determinante para que un programa de bloqueo sea exitoso.*

*Los siguientes son algunos puntos que hay que recordar al seleccionar sus dispositivos de bloqueo:*

-  *Es necesario poder aislar todos los tipos de energía de manera efectiva todos los puntos de apagado.*
-  *Asegúrese de tener el interruptor, dispositivos de bloqueo adecuados para su equipo eléctrico.*
-  *Asegúrese de tener los dispositivos de bloqueo para válvulas adecuados para sus diferentes válvulas: de compuerta, de bola, y de mariposa. Brady 3*
-  *Además, todos los empleados autorizados que relicen bloqueo deben tener control exclusivo de los candados que usan. Ningún trabajador debe poder abrir el candado de otro trabajador.*





Centro de  
Especializaciones  
Noeder

*Curso de Especialización*

# **SUPERVISIÓN Y SEGURIDAD EN TRABAJOS ELÉCTRICOS Y ENERGÍAS PELIGROSAS**

## **TRABAJOS ELÉCTRICOS Y ENERGÍAS PELIGROSAS**

## **SESIÓN 02**

**Ing. Jorge Arzapalo Barrera**