



RIESGO ELECTRICO
FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo
Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

RIESGO ELECTRICO



ACCIDENTES DE TRABAJO



SEGURIDAD EN EL TRABAJO

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

RIESGO ELECTRICO

Marco legal:

- ▶ Decreto 351/79
- ▶ Decreto 911/96 (construcción)
- ▶ Resolución 11/2022, la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) aprobó el “Reglamento para la Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas Mayores a un kilovolt (1 kV)”.
- ▶ Res.3068/14-Para trabajos con tensión menor o igual a un kv

”Trabajos con Tensión obliga a disponer de **CREDENCIAL DE HABILITACIÓN para el personal que realiza trabajos con tensión:** Registro mediante la cual el trabajador puede acreditar su condición de habilitado para **realizar trabajos con tensión.**

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

RIESGO ELECTRICO

Se entiende por riesgo eléctrico a la posibilidad que la corriente eléctrica circule por el cuerpo humano o a la producción de un cortocircuito o arco eléctrico, produciendo daños en personas u objetos.

Generalmente el riesgo eléctrico puede ocurrir cuando:

- ▶ Existe un circuito eléctrico
- ▶ Existe una diferencia de potencial
- ▶ El cuerpo humano no se encuentre aislado y forme parte del circuito

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Magnitudes eléctricas

- ▶ Intensidad de corriente (I) (Amper A)
- ▶ Resistencia (R) [Ohm Ω].
- ▶ Tensión o diferencia de potencial (U) [Volt V].

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Resistencia (R) [Ohm Ω].

- ▶ Es la oposición que encuentra la corriente eléctrica al circular por cualquier tipo de material.
- ▶ Algunos, no permiten el paso de la corriente, como por ejemplo la madera, cerámica, vidrio, entre otros; así como aquellos que facilitan su paso, como los metales.
- ▶ El cuerpo humano es relativamente un buen conductor, por lo tanto para ciertos valores de tensión la corriente va circular fácilmente.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Tensión o diferencia de potencial (U) [Volt V].

- ▶ La tensión es lo que genera el movimiento de los electrones, es decir para que circule corriente necesitamos una diferencia de potencial o sea una diferencia de energía entre dos puntos del circuito.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Intensidad de corriente (I) (Amper A)

- ▶ La corriente eléctrica se genera por el desplazamiento de los electrones en una dirección determinada, a través de un conductor.
- ▶ La intensidad de corriente es la cantidad de electrones que recorren el circuito eléctrico en la unidad de tiempo.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Resistencia: Ley de OHM

Esta ley establece que la intensidad de la corriente eléctrica que circula por un conductor eléctrico es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo.

$$I = V / R$$

$$R I = V$$

A menor resistencia del cuerpo humano, mayor será la intensidad de corriente que circula, para igual diferencia de potencial.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Corriente Eléctrica

Corriente Eléctrica La corriente eléctrica es el paso ordenado de los electrones o cargas a través de un conductor.

Existen dos tipos de corriente eléctrica: continua y alterna.

- ▶ **Corriente continua (CC):** la intensidad es constante y el movimiento de las cargas siempre es en el mismo sentido. Los ejemplos más comunes de este tipo de corriente son:
 - Circuitos eléctricos de vehículos
 - Pilas y baterías
- ▶ **La corriente alterna (CA):** es un tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos, en este tipo de corriente se incorpora la característica de la frecuencia que se mide en Hertz(Hz). Los ejemplos más comunes de corriente alterna son: Instalaciones domiciliarias: Normalmente Monofásicas. Instalaciones Industriales: Trifásicas.
- ▶ Las **instalaciones monofásicas** están compuestas por un conductor denominado neutro y otro llamado fase, la diferencia de potencial entre ambos es de 220 Volts.
- ▶ Las **instalaciones trifásicas** constan de un conductor denominado neutro y tres fases, la diferencia de potencial entre los conductores de fase es de 380 Volts.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

RIESGO ELÉCTRICO- Clasificación según nivel de tensión

- ▶ a) Muy baja tensión (MBT): Corresponde a las tensiones hasta 50 V
- ▶ b) Baja tensión (BT): Corresponde a tensiones por encima de 50 V., y hasta 1000 V,
- ▶ c) Media tensión (MT): Corresponde a tensiones por encima de 1000 V. y hasta 33000 V. inclusive.
- ▶ d) Alta tensión (AT): Corresponde a tensiones por encima de 33000 V.

MBTS Tensión de seguridad: En los ambientes secos y húmedos se considerará como tensión de seguridad hasta 24 V. respecto a tierra.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano

La corriente eléctrica, al atravesar el cuerpo humano, puede producir alteraciones o lesiones, tanto de carácter temporario o permanente.

Los efectos más frecuentes son los siguientes:

- Tetanización
- Paro respiratorio
- Fibrilación ventricular
- Quemaduras

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano

► Tetanización

Un estímulo eléctrico puede hacer contraer un músculo que luego retorna al estado de reposo.

Si la frecuencia del estímulo sobrepasa un límite, se produce una contracción completa del músculo y permanece en ese estado hasta que cesan los estímulos.

Esto es lo que ocurre, en una escala más compleja, cuando una corriente eléctrica atraviesa el cuerpo humano

Se llama **corriente de despegue**, a aquella en la cual una persona se puede soltar de una parte en tensión.

► Paro respiratorio:

Corrientes superiores a la corriente de despegue producen dificultades en la respiración. El pasaje de la corriente determina una contracción de los músculos relacionados con la respiración o una parálisis de los centros nerviosos que actúan en la respiración.

Esto puede llevar a la muerte.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano

► Fibrilación ventricular:

La contracción de las fibras musculares del corazón, se produce por impulsos eléctricos provenientes del nodo senoatrial que es un generador de pulsos que controla el corazón. Si a los impulsos eléctricos fisiológicos se les superpone una corriente eléctrica de origen externo, puede originarse un fenómeno llamado fibrilación ventricular, que consiste en la contracción no ordenada, es decir, caótica de las fibras musculares del corazón.

Es posible detener una fibrilación ventricular mediante una descarga eléctrica, esto se hace con un aparato denominado desfibrilador. El equipo consiste en dos electrodos que se aplican en la región cardíaca mediante la descarga de un condensador.

Quemaduras:

El pasaje de una corriente eléctrica por una resistencia produce calor por efecto Joule, lo mismo ocurre al pasar una corriente eléctrica por el cuerpo humano, siendo

$$Q = I^2 R t$$

► OTROS EFECTOS SECUNDARIOS: CAÍDAS, GOLPES

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano

El cuerpo humano es muy sensible al paso de corriente eléctrica, cualquiera de los efectos que vimos en el punto anterior se pueden producir con muy poca corriente y cortos períodos de tiempo. También es importante tener en cuenta como es la trayectoria de la corriente por el

Los efectos del contacto eléctrico dependerán de los órganos que atraviese la corriente. Una trayectoria de mayor longitud tendrá, en principio, mayor resistencia y por tanto menor intensidad; sin embargo, puede atravesar órganos vitales (corazón, pulmones, hígado, etc.) provocando lesiones mucho más graves. Siempre que esta pase por el tórax va



Resistencia del cuerpo R_c

► $R_c = R_p + R_i$

Donde:

- R_c = resistencia del cuerpo
- R_p = resistencia de la piel
- R_i = resistencia interna

RESISTENCIA DE LA PIEL

La resistencia de la piel depende de varios factores:

1. Estado de la piel: a mayor humedad, menor resistencia.
2. Superficie de contacto; a mayor superficie, menor resistencia.
3. Presión de contacto; a mayor presión, menor resistencia.
4. Duración del contacto; a mayor duración, menor resistencia.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

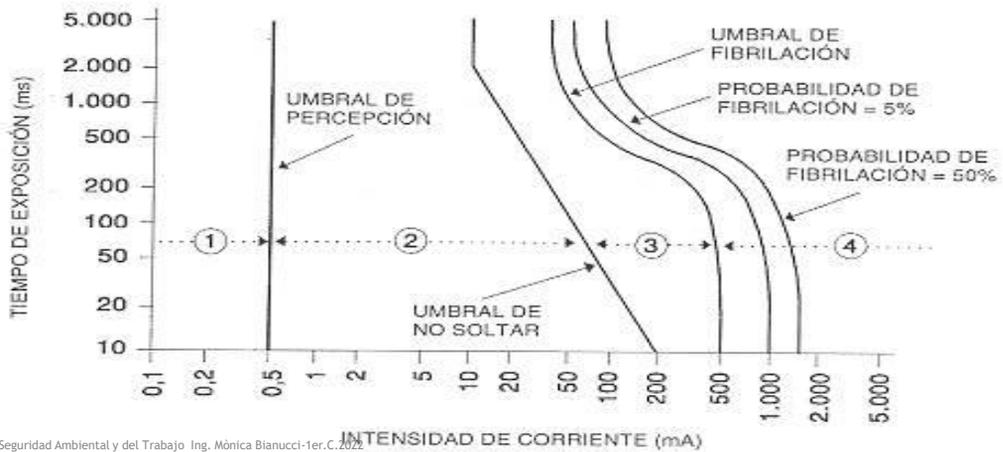
RESISTENCIA DEL CUERPO HUMANO

► Varía con: Tensión aplicada, Edad, Tipo de piel, Estado de la piel

ESTADO DE LA PIEL	TENSION APLICADA	RESISTENCIA OBTENIDA
Piel seca	24 Volts	10.000 Ohms
Piel seca	110 Volts	3.000 Ohms
Piel seca	220 Volts	2.000 Ohms
Piel mojada	220 Volts	300 Ohms

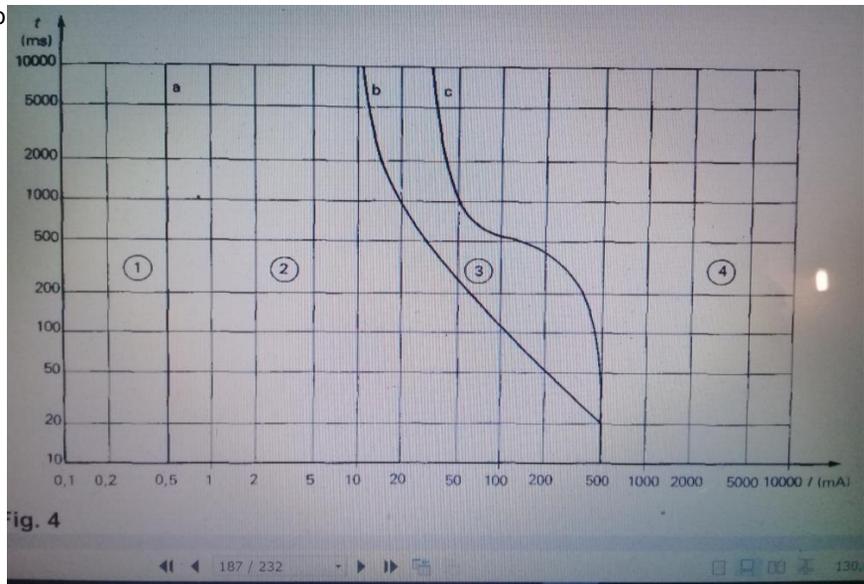
FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

LIMITE DE PELIGROSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA -I.E.C.

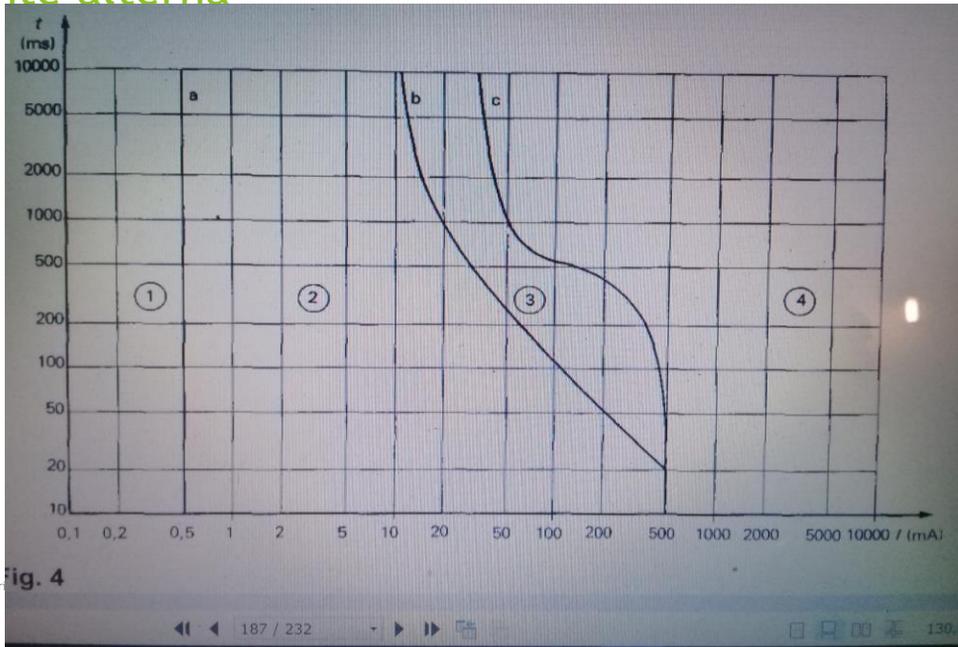


Límites de peligrosidad de la corriente eléctrica- cuatro zonas de peligrosidad establecidas por la I.E.C.(International Electrotechnical commission) que resumen los efectos de la corriente alterna que pasa a través del cuerpo humano en función del tiempo

- En la zona 1: ningún efecto, hasta el umbral de percepción.
- En la zona 2: ningún efecto fisiológico peligroso,
- En la zona 3: efectos patológicos reversibles, que aumentan con la intensidad de la corriente y con el tiempo (contracciones musculares, dificultades respiratorias, aumento de la presión sanguínea, perturbación cardíaca, etc.)
- En la zona 4: probable fibrilación ventricular, paro cardíaco, paro respiratorio, quemaduras

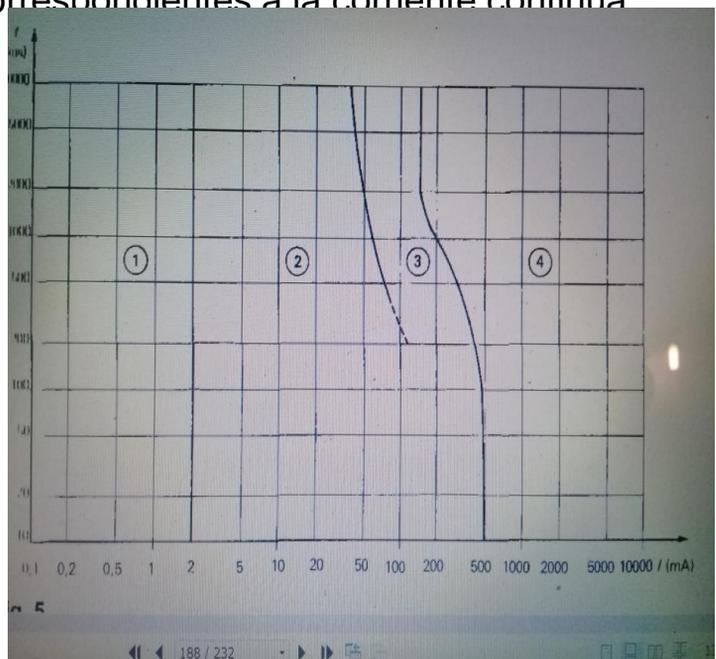


Corriente alterna

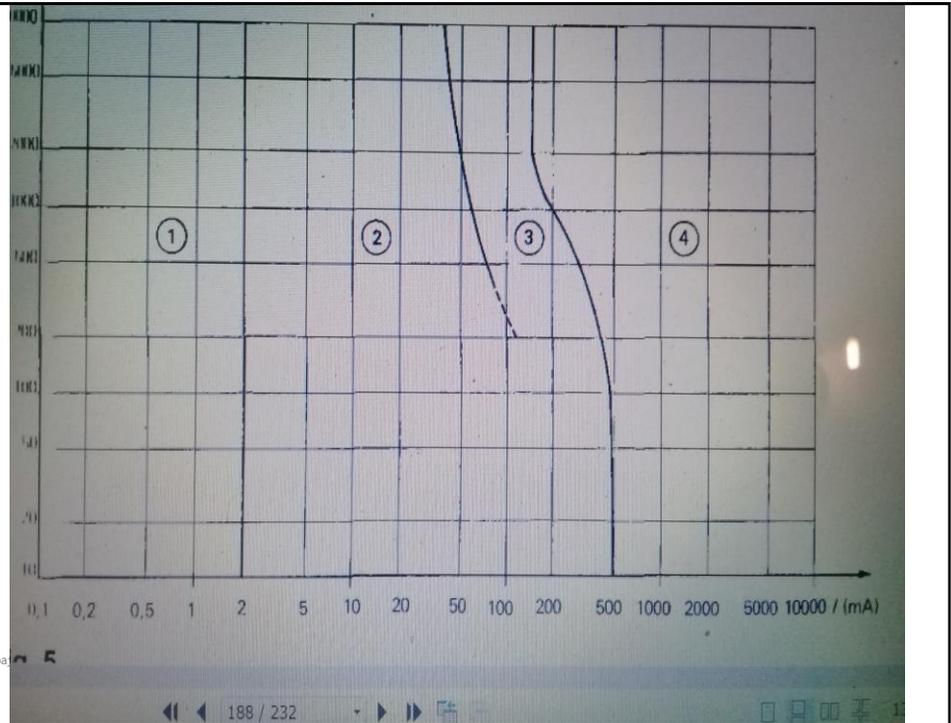


se indican las cuatro zonas correspondientes a la corriente continua

- En la zona 1: debajo del umbral de percepción.
- En la zona 2: ningún efecto fisiológico peligroso.
- En la zona 3: posibles contracciones musculares. Perturbaciones cardíacas reversibles.
- En la zona 4: probable fibrilación ventricular, quemaduras



c. continua



FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo

- ▶ **Corriente de alta frecuencia.** La peligrosidad de la corriente, disminuye con el aumento de la frecuencia. La tendencia de la corriente de alta frecuencia, es a pasar por la superficie del cuerpo (efecto piel), interesando solo la piel y no los órganos vitales, lo cual contribuye a su menor peligrosidad. Las frecuencias de 50/60 Hz, actualmente en uso a nivel mundial, son las más peligrosas.
- ▶ **Importancia de la frecuencia y forma de la corriente en la determinación de su riesgo.** La corriente continua CC es menos peligrosa que la corriente alterna de la misma intensidad. En cuanto a la corriente alterna CA, el efecto depende de la frecuencia y se ha encontrado que la mayor sensibilidad existe a frecuencias de 40 - 60 Hz. Para una C.A de 50 Hz, es necesario una C.C. de intensidad 4 veces mayor para producir el mismo efecto.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Clasificación de las Corrientes por los efectos Fisiológicos

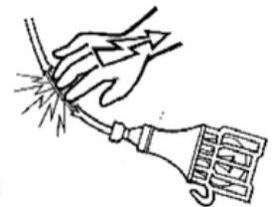
INTENSIDAD DE LA CORRIENTE	EFFECTOS FISIOLÓGICOS PRODUCIDOS
Categoría I - hasta 0.1 mA	Sin sensaciones
Categoría II - de 0.1 - 6 mA	Sensación de shock. Contracciones musculares débiles arriba de 1.5 mA. El límite de posibilidad de desprendimiento para el 0,5% de las mujeres es de 6 mA
Categoría III - de 6-70 mA	Imposibilidad de auto desprendimiento. Ritmo cardíaco irregular, aumento de la presión cardíaca. Paro cardíaco reversible. (Tetanización muscular)
Categoría IV - de 70 mA - 3A	Fibrilación ventricular. Paro cardíaco prácticamente irreversible.
Categoría IV - de 70 mA - 3A <small>FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022</small>	Sideración de los centros nerviosos. Aumento de la tensión arterial. Arritmia y paro cardíaco reversible por parálisis respiratoria. Quemaduras graves.

CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Contactos directos:

Se denomina contacto directo, al caso en que la persona entra en contacto con una parte normalmente en tensión. una parte activa de la instalación eléctrica, por ejemplo cables sin aislación, barras de distribución, bases de tomacorrientes etc. Pueden ser:

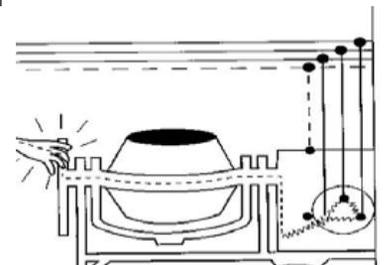
- mediante contacto entre dos fases
- mediante contacto entre un conductor y tierra.



Contactos indirectos:

Se denomina contacto indirecto, al caso en que la persona entra con una parte que normalmente no debería tener tensión

- por ejemplo la carcasa de un motor o equipo.



Medidas de protección contra contactos directos

- ▶ **Protección por alejamiento.** Alejar las partes activas de la instalación a una distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen para evitar un contacto fortuito. Se deberán tener en cuenta todos los posibles movimientos de piezas conductoras no aisladas, desplazamientos, caídas de herramientas, etc.
- ▶ **Protección por aislamiento.** Las partes activas de la instalación, estarán recubiertas con un aislamiento apropiado que conserve sus propiedades durante su vida útil y que limite la corriente de contacto a un valor inocuo.
- ▶ **Protección por medio de obstáculos.** Se interpondrán elementos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. La eficacia de los obstáculos deberá estar asegurada por su naturaleza, su extensión, su disposición, su resistencia mecánica y si fuera necesario, por su aislamiento.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

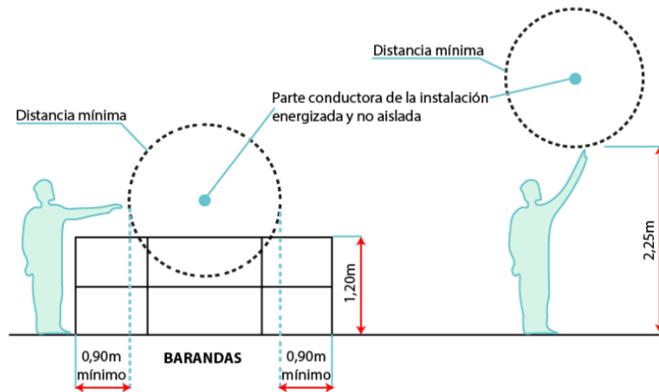
Distancia de seguridad: es la separación mínima, medida entre cualquier punto con tensión y la parte más próxima del cuerpo del operario o herramienta no aislada utilizada por él en la situación mas desfavorable que pudiera producirse a fin de prevenir descargar disruptivas o contactos accidentales..

NIVEL DE TENSIÓN	DISTANCIA MÍNIMA
0 a 50 v.	ninguna
más de 50 v. hasta 1 Kv.	0,80 m
más de 1 Kv. hasta 33 Kv.	0,80 m (1)
más de 33 Kv. hasta 66 Kv.	0,90 m
más de 66 Kv. hasta 132 Kv.	1,50 m
más de 132 Kv. hasta 150 Kv.	1,65 m (2)
más de 150 Kv. hasta 220 Kv.	2,10 m
más de 200 Kv. hasta 330 Kv.	2,90 m
más de 330 Kv. hasta 500 Kv.	3,60 m

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y de

21 / 90

Res.3068/14-Trabajos con Tensión



FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

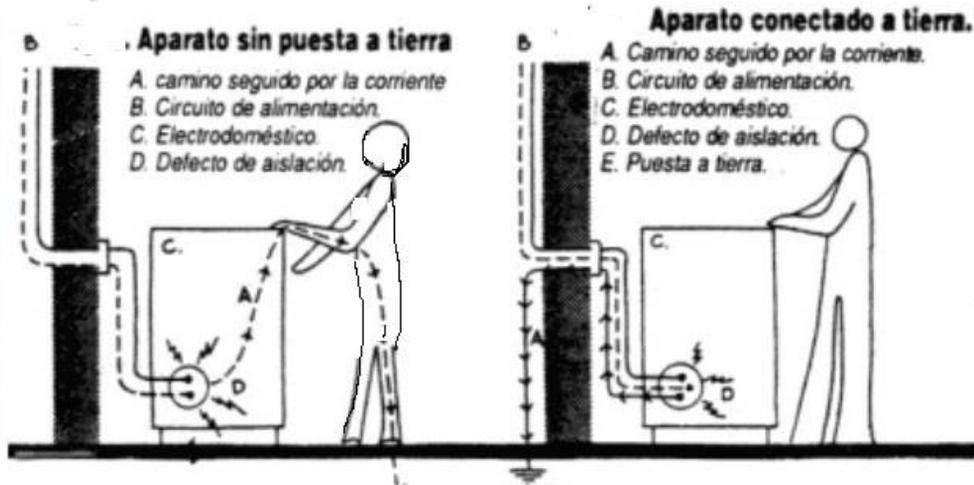
Medidas de protección contra contactos indirectos

Puesta a tierra de las masas metálicas de una instalación

- ▶ La puesta a tierra es un sistema de protección a las personas que contienen los dispositivos/maquinarias/equipos conectados a la red eléctrica. Su función es generar un camino de muy baja resistencia para la corriente, por ejemplo en caso de una falla en un dispositivo, donde el conductor de fase entra en contacto con la carcasa, la corriente encontrará un camino para ir a tierra.
- ▶ Esta es una medida que reduce la posibilidad de recibir una descarga eléctrica
- ▶ Masas: Conjunto de partes metálicas de una instalación (equipo, aparato, etc.) que en condiciones normales están aisladas de las partes activas. Las masas comprenden normalmente:
 - ▶ Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, están separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional. Estas partes son susceptibles de quedar bajo tensión a causa de una falla en las disposiciones tomadas para asegurar su aislación. Esta falla puede estar originada en un defecto de la aislación funcional o de los dispositivos de fijación y protección.
 - ▶ También son masas las armaduras metálicas de los cables y las conducciones metálicas de agua, gas, etc. Por extensión, cabe considerar como masas todo objeto metálico situado en las proximidades de partes activas no aisladas, con riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, como consecuencia de una falla de los medios de fijación, aflojamiento de una conexión o rotura de una conexión.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

PUESTA A TIERRA



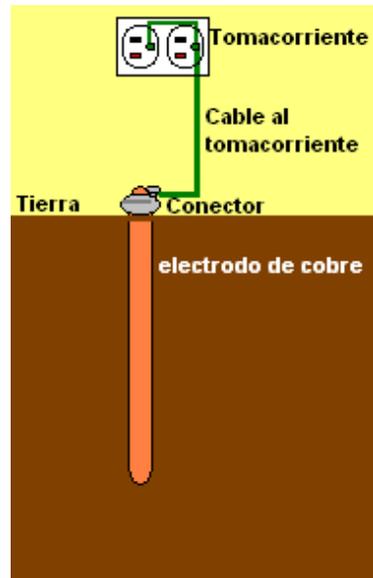
FIUBA 97.

Medidas de protección contra contactos indirectos – Puesta a tierra

- ▶ La conexión de puesta a tierra es obligatoria, consta de una jabalina de metal enterrada y conectada a un conductor de cobre aislado de color verde con línea amarilla, debe tener continuidad en toda la instalación y un valor muy bajo de resistencia (instalaciones domiciliarias 40 ohm).
- ▶ Anualmente se debe realizar una verificación de la resistencia y de la continuidad de todo el circuito.
- ▶ Resolución SRT N° 900/2015 Protocolo para la Medición del Valor de Puesta a Tierra y la Verificación de la Continuidad de las Masas en el Ambiente Laboral.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Puesta a tierra

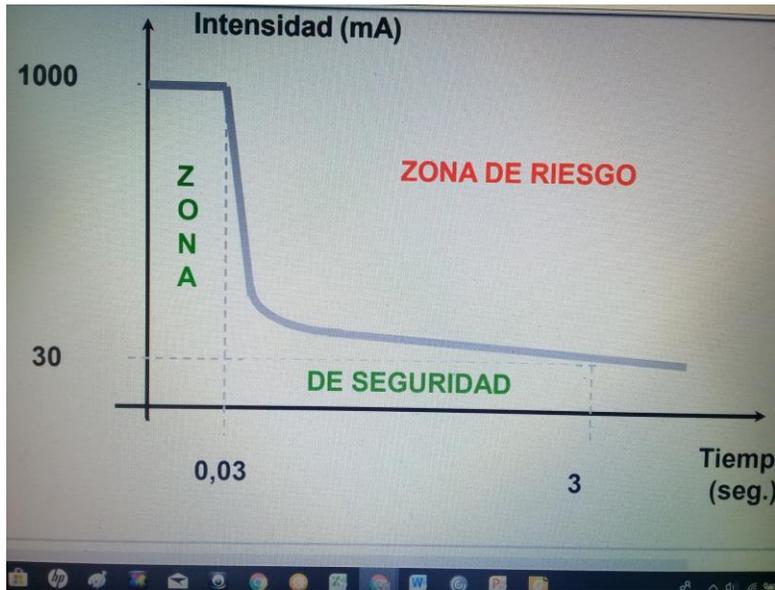


FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Protección Activa: DISYUNTOR DIFERENCIAL

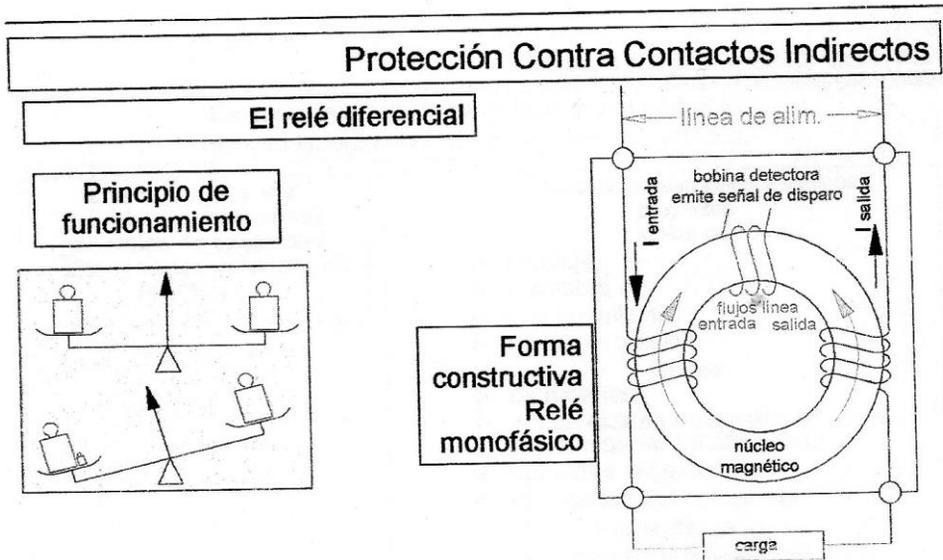
- ▶ Además de la puesta a tierra, la instalación eléctrica debe contar con protecciones activas: DISYUNTOR DIFERENCIAL
- ▶ Este **dispositivo protege a las personas** evitando que circule corriente por el cuerpo, detecta cualquier fuga de corriente del circuito de la instalación, ya sea por un contacto directo o indirecto de una persona o por la fuga de corriente por el conductor de tierra. Cuando se produce la fuga, el interruptor diferencial “salta”, abre el circuito y corta la energía.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022



FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

DISYUNTOR DIFERENCIAL



Protección Activa: DISYUNTOR DIFERENCIAL. funcionamiento

- ▶ El funcionamiento del interruptor diferencial se basa en el principio de que en cualquier circuito eléctrico, la suma vectorial de las corrientes que fluyen a alimentar el aparato, son iguales, en condiciones normales.
- ▶ Si se tiene un defecto a tierra, se establece una corriente de defecto, llamada corriente diferencial (que se dispersa a través de la puesta a tierra). El dispositivo es sensible a la suma vectorial de las corrientes, e interviene sólo si es distinta de cero, es decir, si hay una corriente a tierra I_d . Los flujos magnéticos formados en el toroide por las bobinas, formadas por los dos conductores, en caso de un circuito monofásico; son iguales en tanto las corrientes sean iguales, y por lo tanto se anulan los flujos magnéticos.
- ▶ En presencia de un defecto a tierra hay una corriente de dispersión por lo cual, las dos corrientes en los conductores no son iguales, y por lo tanto el flujo generado no es igual. Se crea entonces, una variación de flujo que se induce en el bobinado, una fuerza electromotriz que excita la bobina que abre el contacto. Siempre es necesaria la conexión a tierra de las carcasas de los equipos

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022



FIUBA 97-04 Seguridad Ambient

Llaves termomagnéticas:

Este dispositivo protege a la instalación eléctrica cuando el consumo de corriente sobrepasa ciertos valores máximos para la que fue diseñada la instalación y también la resguarda de los cortocircuitos. En otras palabras y al igual que los fusibles, estos interruptores, protegen la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos. La instalación eléctrica debe contar con ambos dispositivos, dado que actúan ante diferente tipo de falla.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

5 REGLAS DE ORO

- ▶ CORTE EFECTIVO DE TODAS LAS FUENTES DE TENSIÓN
- ▶ ´ BLOQUEO TRABA Y SEÑALIZACIÓN DE LOS APARATOS DE CORTE
- ▶ COMPROBACIÓN DE AUSENCIA DE TENSIÓN (Todo conductor tiene tensión mientras no se demuestre lo contrario)
- ▶ PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO (La puesta a tierra se colocara lo más cerca posible del lugar de Trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión. El cortocircuito significa que todos los conductores estén unidos entre si. Se debe colocar en ambos extremos de la parte de la instalación donde se vayan a realizar los trabajos
- ▶ SEÑALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

Bloqueo de seguridad



FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022

VISTA FRONTAL

VISTA POSTERIOR



Deberà utilizar EPP adecuados, en funciòn del trabajo que deba realizar: guantes y calzado dieléctrico, protección facial generalmente integrada a los cascos de seguridad, camisa de manga larga y pantalón con uniones de doble costura en los hombros, protección aislante adicional para brazos, alfombras aislantes; arnes para trabajo en altura.

Para trabajos a distancia de conductores no aislados: herramientas montadas en pèrtigas



Trabajos a potencial: colocándose al mismo potencial del conductor o de la estructura conductora, mediante un dispositivo aislante apropiado al nivel de tensión al que se verá sometido. Ello obliga a mantener las distancias de seguridad con respecto a tierra y con relación a los conductores y/o estructuras conductoras que se encuentren a un potencial distinto.

FIUBA 97-04 Seguridad Ambiental y del Trabajo Ing. Mónica Bianucci-1er.C.2022



Caso de aplicación: RIESGO ELECTRICO

- ▶ En base a la descripción del accidente y a los hechos relevados en la Investigación del mismo, que analizaron en el tema de Prevención de accidentes- árbol de causas, indicar:
- ▶ Modificaría alguna/s de la/s medida/s correctiva/s/preventiva/s propuestas? Identifique cual/cuales y justifique.
- ▶ Agregaría medidas adicionales a las propuestas. Especifique cuáles y justifique.