



¿Quiénes somos?

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

Power Engineers SRL

Consultoría tecnológica sobre Energía Eléctrica:

- ✓ Auditorías
- ✓ Estudios Eléctricos
- ✓ Ingeniería Eléctrica
- ✓ Ensayos
- ✓ Capacitación

Generalidades

1. Introducción

✓ Riesgo: Contingencia o proximidad de un daño.

2. Definiciones

✓ Accidente: Se define como accidente a cualquier suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, y puede o no dar lugar a una lesión corporal.

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

✓ Electricidad: Parte de la física que estudia los fenómenos eléctricos.

6. Conclusiones

Normativa

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Ley de Higiene y Seguridad 19587-72;
- ✓ Decreto 351-79;
- ✓ IRAM (puesta a tierra; descargas atm);
- ✓ AEA (Protección contra los choque eléctricos)
- ✓ AEA (Reglamento para Instalaciones)

Algunos Datos de Accidentes

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Casos notificados en Argentina: 630.766
- ✓ Casos notificados en Pcia Santa Fe: 8%
- ✓ Casos notificados origen eléctrico: 1%
- ✓ Participación de la industria: 22%
- ✓ Accidentes electrocución (USA–CEE): 20%
- ✓ Accidentes por Arco Eléctrico (USA–CEE): 80%
(Argentina: sin estadísticas al respecto)

Fuente: SRT 2010

Algunos Datos de Accidentes

1. Introducción

2. Definiciones

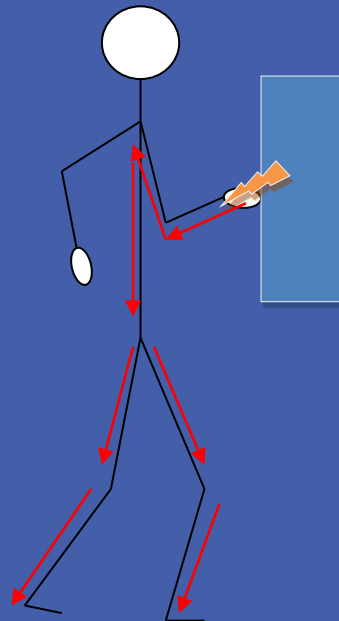
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

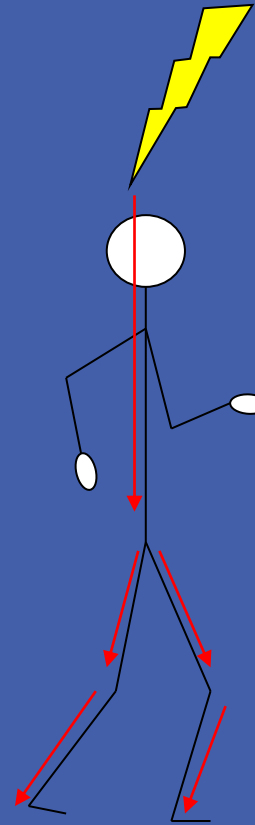
5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

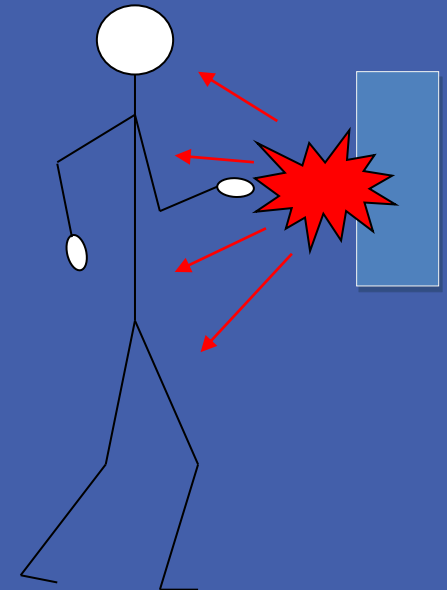
Contacto
Directo-
Indirecto
18%



Descarga
Atmosférica
2%



Exposición
Arco
Eléctrico
80%



Electricidad

1. Introducción

2. Definiciones

- ✓ Energía Eléctrica: Forma de energía de fácil producción, transporte y distribución.

3. Tipos de riesgo

- ✓ Se utiliza para transformarla en las siguientes formas:

4. Causas y consecuencias

- ✓ Lumínica.
- ✓ Mecánicas.

5. Formas de mitigarlo

- ✓ Calórica.
- ✓ Procesos electroquímicos.

6. Conclusiones

Electricidad

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Formas de utilización de energía eléctrica:

✓ Alterna o Continua

✓ Niveles de tensión

✓ MBTS: 24Vca

✓ MBT: 50Vca

✓ BT: 110, 220, 380, 690Vca

✓ MT: 2.4, 3.3, 6.6, 13.2, 33kVca

✓ AT: 66, 132kVca

✓ EAT: 220, 330, 500kVca

Electricidad

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Particularidades de energía eléctrica:
 - ✓ No tiene olor, solo es detectada cuando en un corto circuito se descompone el aire apareciendo Ozono.
 - ✓ No es detectado por la vista.
 - ✓ No se detecta al gusto.
 - ✓ No se detecta al oído, salvo energía electromagnética.
 - ✓ Al tacto puede ser mortal si no se está debidamente aislado.

Clasificación (1)

1. Introducción

2. Definiciones

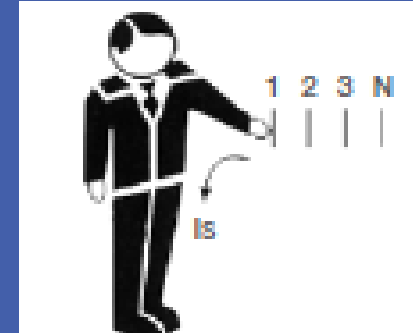
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

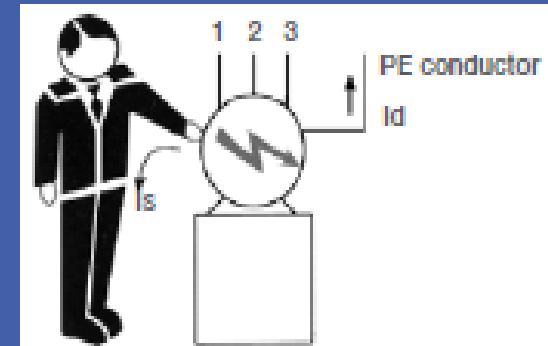
5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Riesgo de contacto directo.
 - ✓ Cuando el cuerpo humano entra en contacto con una parte activa de la instalación eléctrica.



- ✓ Riesgo de contacto indirecto.
 - ✓ Cuando el cuerpo humano entra en contacto con una partes metálicas o conductoras, no activas, que por fallas de aislación se transformaron en activas.



Clasificación (2)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y
consecuencias

5. Formas de
mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Riesgo por descargas atmosféricas.
 - ✓ Cuando el cuerpo humano recibe en forma directa una descarga atmosférica.
 - ✓ Electrocución o calcinación;
 - ✓ En espacios abiertos;
 - ✓ En zona sin cobertura de SPCR;
 - ✓ Condiciones climáticas desfavorables;
 - ✓ EPP inadecuados;
 - ✓ Cuando el cuerpo humano queda expuesto en forma indirecta a una descarga atmosférica.

Clasificación (3)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y
consecuencias

5. Formas de
mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Riesgo por descargas atmosféricas.
 - ✓ Cuando el cuerpo humano queda expuesto en forma indirecta a una descarga atmosférica.
 - ✓ Electrocutión;
 - ✓ Descargas atmosféricas en sitios remotos al de la persona;
 - ✓ Sistemas de PAT no vinculados;
 - ✓ Alto potencial de paso o de contacto;
 - ✓ Sistema de SPCR incorrecto;

Clasificación (4)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

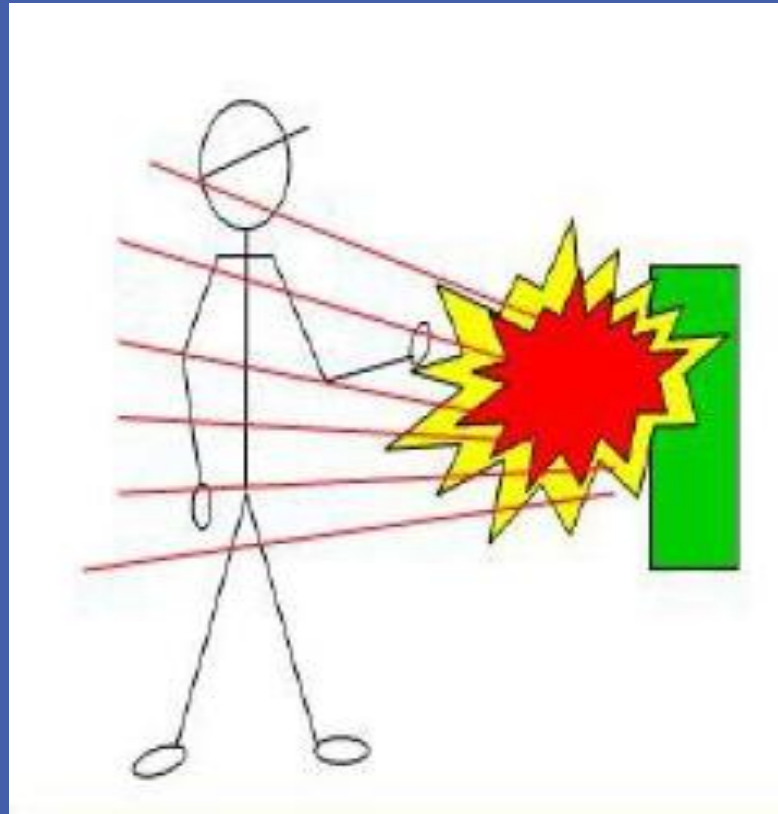
4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Riesgo por Arco Eléctrico.

- ✓ Cuando el cuerpo humano es expuesto a los efectos de establecerse un arco eléctrico en el aire.
- ✓ Posible lesión por exposición a la energía radiante y al impacto del arco eléctrico.



Clasificación (5)

1. Introducción

2. Definiciones

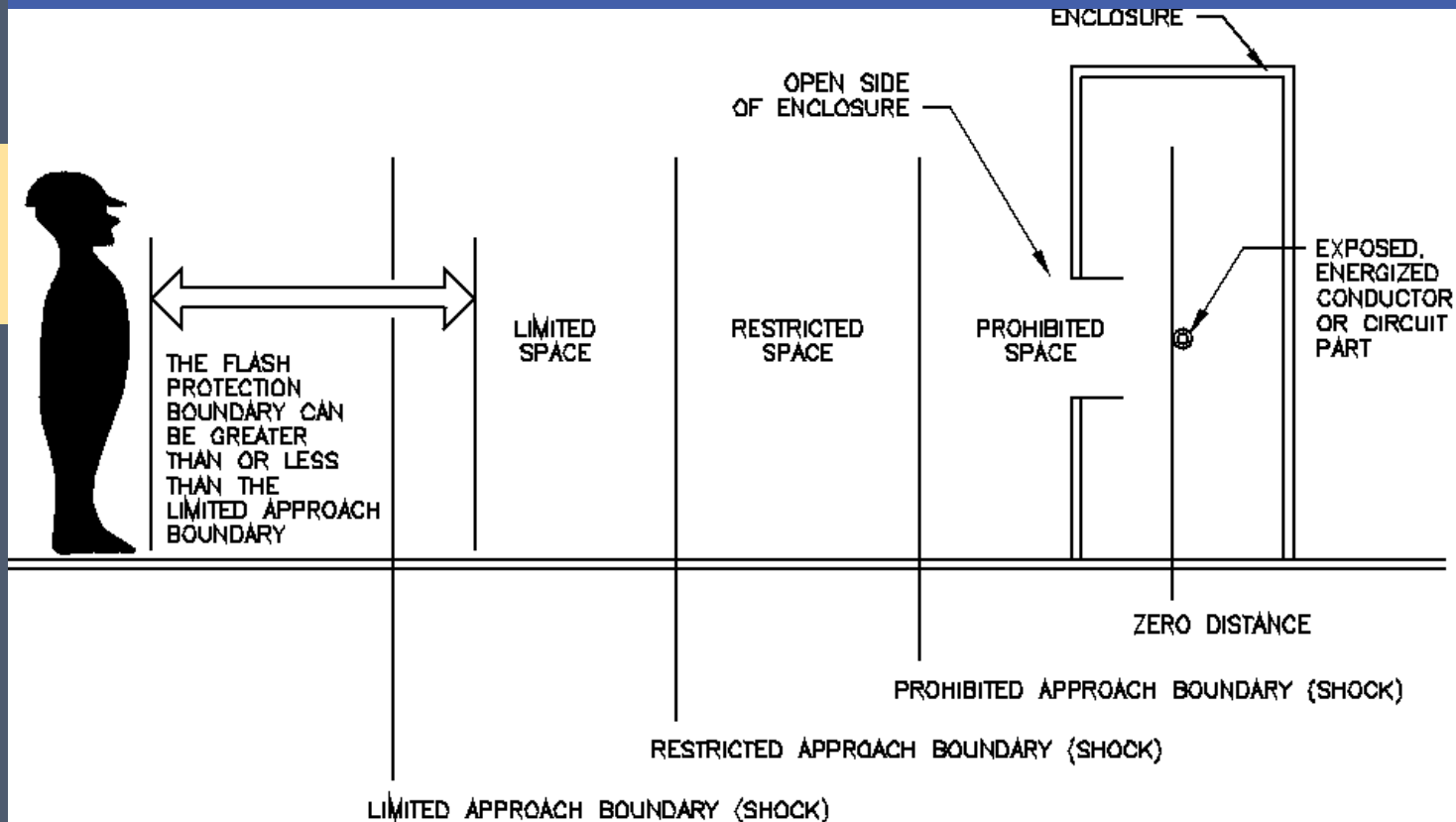
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Distancias según aproximación a punto de posible generación de Arc-Flash.



Tipos de fallas

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Fallas de diseño en la instalación;
- ✓ Fallas en el funcionamiento de la instalación;
- ✓ Errores de operación.
- ✓ Falta de mantenimiento.
- ✓ Falta de actualización de documentación
- ✓ Falta de capacitación.
- ✓ Falta de equipamiento
- ✓ Elementos de protección personal no adecuados, faltantes o defectuosos.

Efectos sobre el cuerpo humano

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Electrocución: Del fr. *électrocuter*, y este del ingl. amer. *to electrocute*, acrón. de *electro-* y *execute*, ejecutar.
 - ✓ Valores entre 25 a 30 miliamper la tetanización afecta los músculos del tórax provocando asfixia;
 - ✓ Valores mayores de miliamperes con menor o mayor tiempo de contacto aparece la fibrilación cardíaca la cual es mortal. Son contracciones anárquicas del corazón;
 - ✓ Quemaduras;
 - ✓ Indirectos por caídas luego de una electrocución.

Clasificación del sistema eléctrico (1)

1. Introducción

2. Definiciones

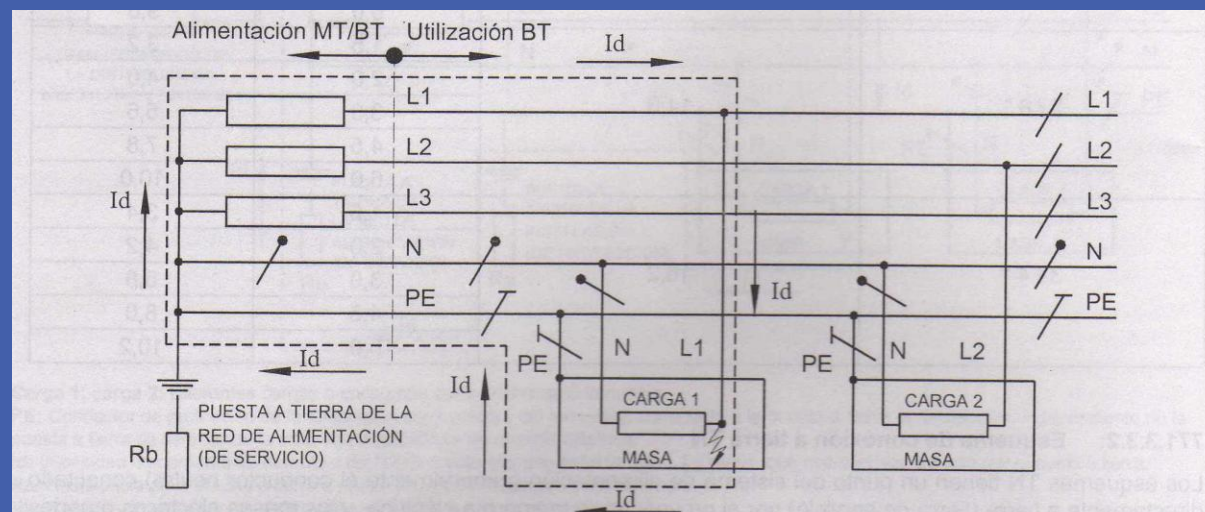
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Definición de sistema eléctrico empleado:
 - ✓ Sistema seleccionado adecuado;
 - ✓ Sistema de puesta a tierra correcto;
 - ✓ Protecciones del sistema correctos;
 - ✓ Sistema eléctrico más habitual en industria: TN-S



PE: Conductor de protección de la instalación consumidora dentro del inmueble, conectado a la puesta a tierra de la alimentación (puesta a tierra de servicio) del transformador del usuario o fuente, en general el centro de estrella del transformador o punto neutro.

Id: Intensidad de corriente de falla, en este ejemplo entre la fase L1 y masa, que cierra el lazo de falla por el conductor de protección PE.

Rb: Resistencia de la puesta a tierra de servicio del transformador del usuario o fuente.

Figura 771.3.B - Esquema TN-S en una instalación con suministro en MT, sin tierra adicional
Neutro a (T)ierra – Masas a (N)eutro [Con conductores N y PE (S)eparados]

Clasificación del sistema eléctrico (2)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

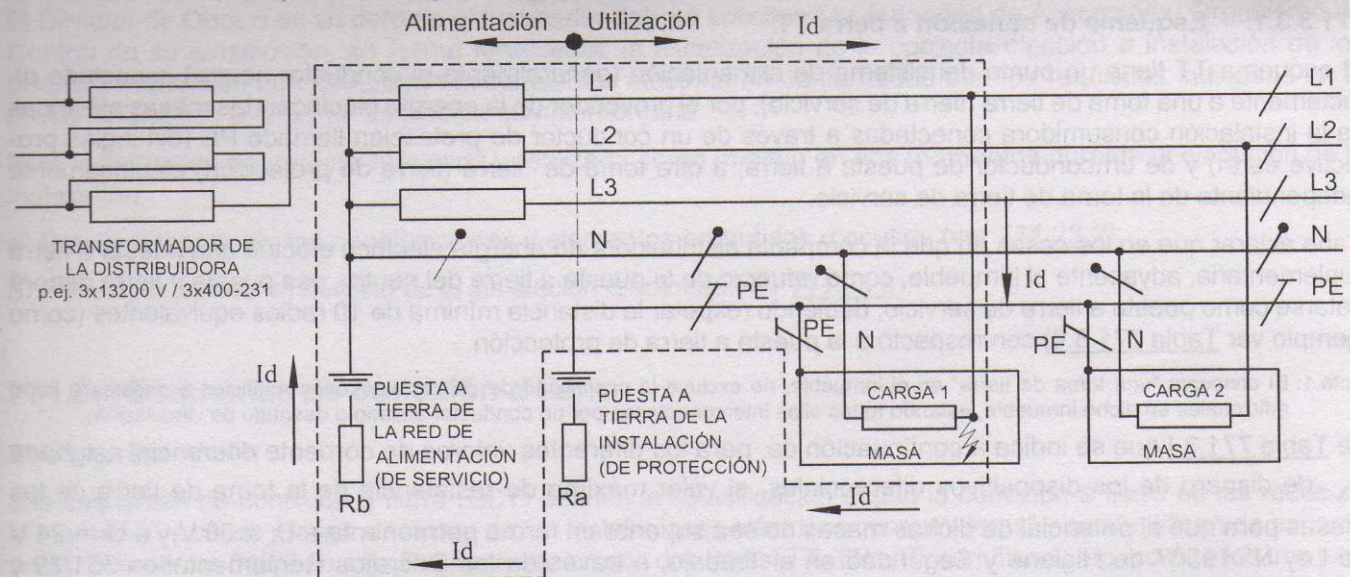
4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Definición de sistema eléctrico empleado:
- ✓ Sistema recomendado en inmuebles: TT

En la siguiente [Figura 771.3.A](#) se muestra el esquema TT, con el recorrido de una corriente de defecto a tierra a través del lazo de falla (ver simbología en [Anexo 771-K](#)):



Efectos de corrientes por tierra (1)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

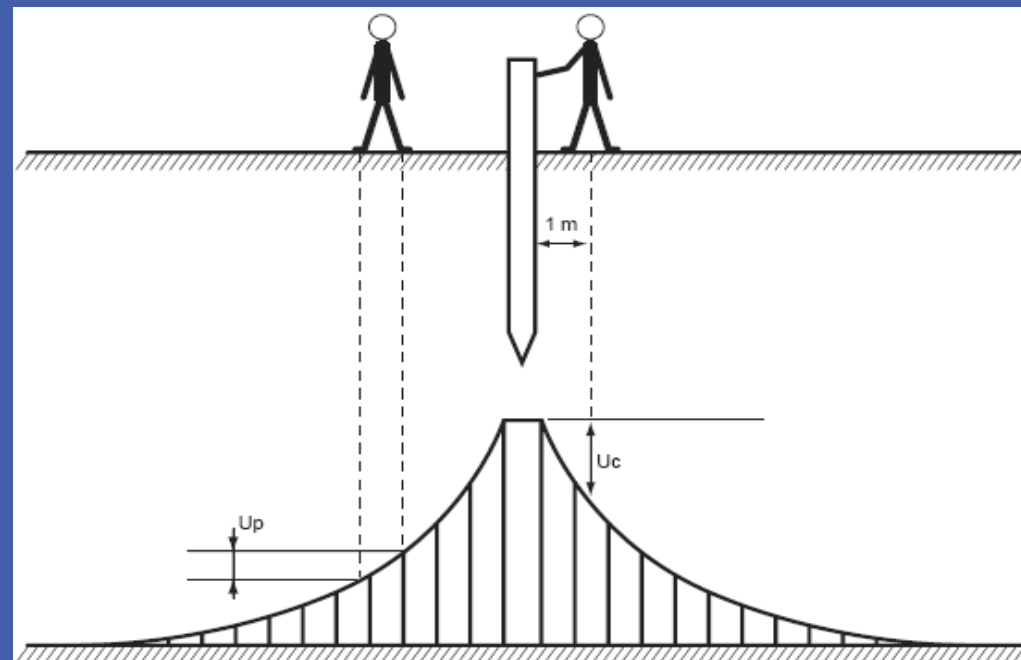
6. Conclusiones

✓ Tensión de paso:

- ✓ Es la diferencia de potencial eléctrico entre los pies o calzados (1 metro)

✓ Tensión de contacto:

- ✓ Es la diferencia de potencial eléctrico entre una mano y uno de los pies.



Sistemas de puesta a tierra (1)

1. Introducción

2. Definiciones

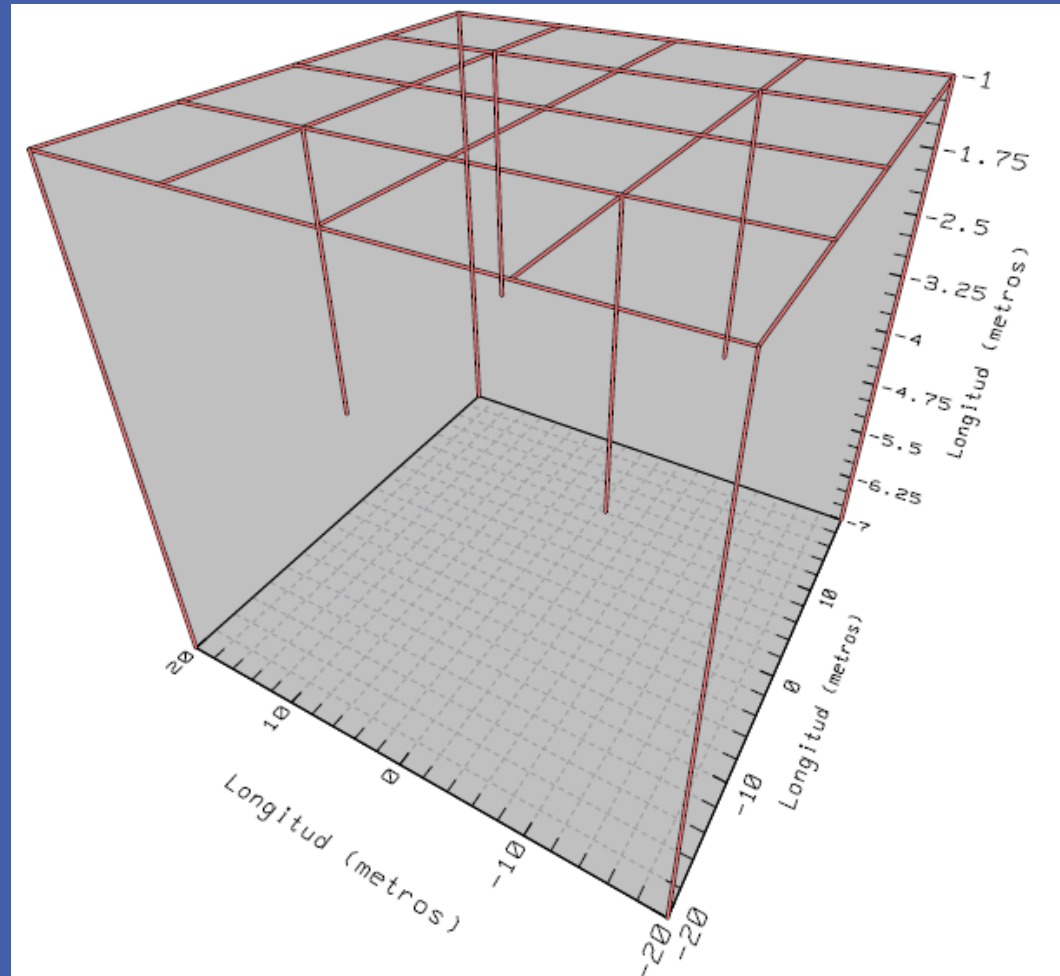
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Esquema típico de malla de puesta a tierra.



Sistemas de puesta a tierra (2)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

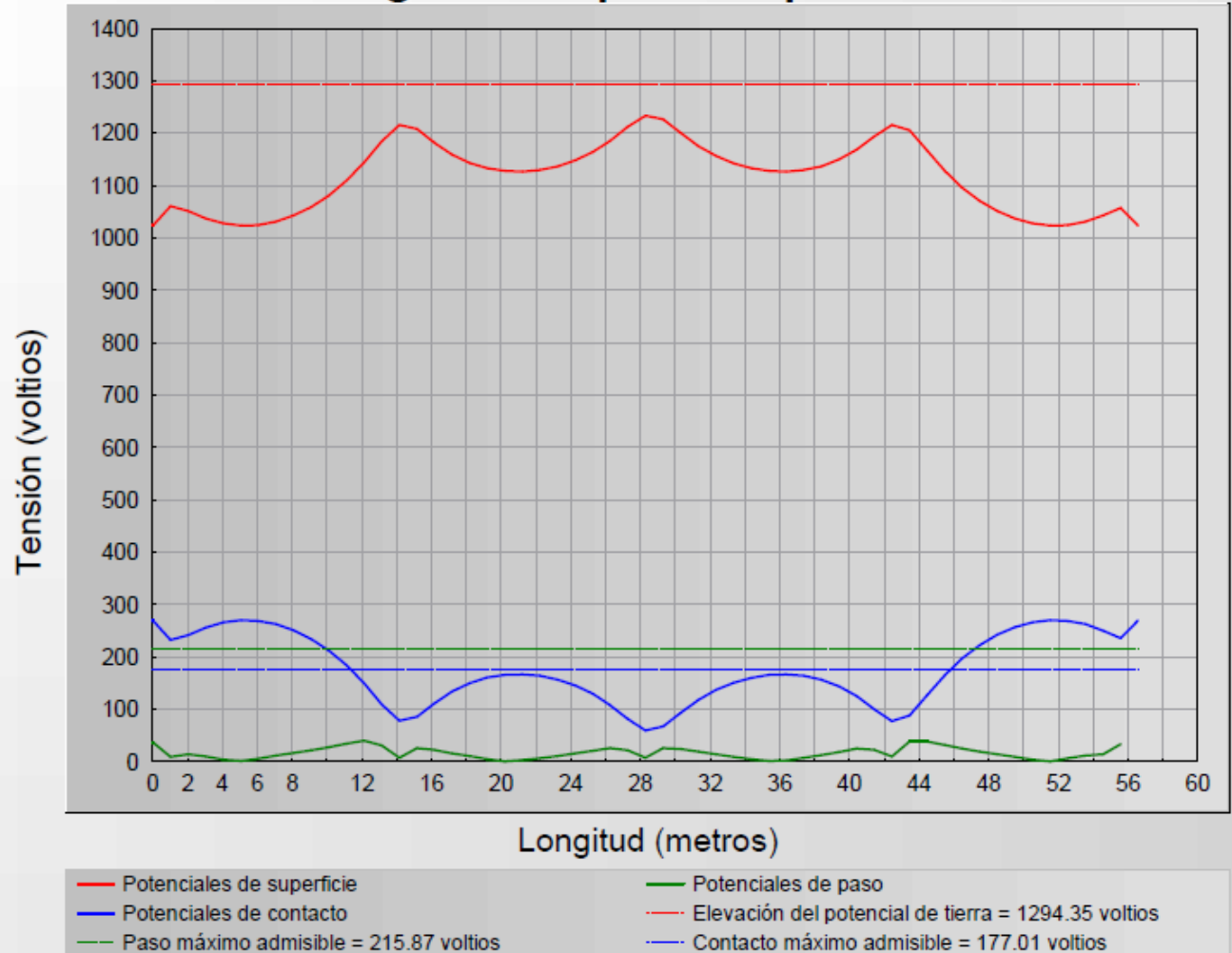
4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Cálculo de potencial de paso y contacto.

Diagrama de perfil de potencial



Sistemas de puesta a tierra (3)

1. Introducción

2. Definiciones

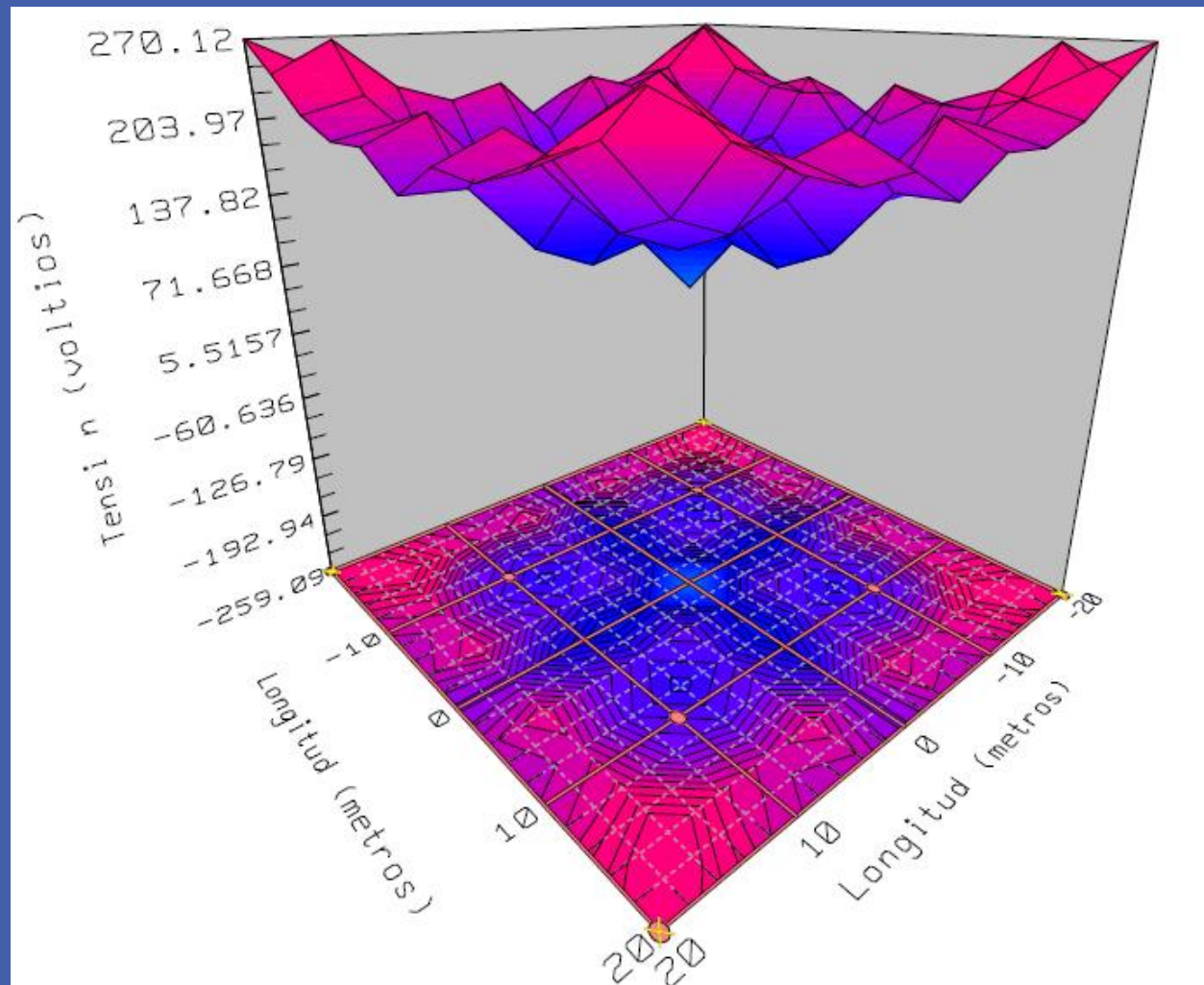
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Diagrama de potencial de contacto ante fallas monofásicas a tierra.



Energía incidente por Arc-Flash (1)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Normas NFPA 70E e IEEE 1594:
 - ✓ Esquemas eléctricos seleccionados;
 - ✓ Posibles configuraciones circuitales.
 - ✓ Memoria de cálculo de corrientes de cortocircuito;
 - ✓ Datos necesarios para efectuar, estudios de selectividad y de Arc Flash.
 - ✓ Cartas de coordinación de protecciones en sobre-corriente;
- ✓ Memorias de cálculo de energía incidente;

Energía incidente por Arc-Flash (2)

1. Introducción

2. Definiciones

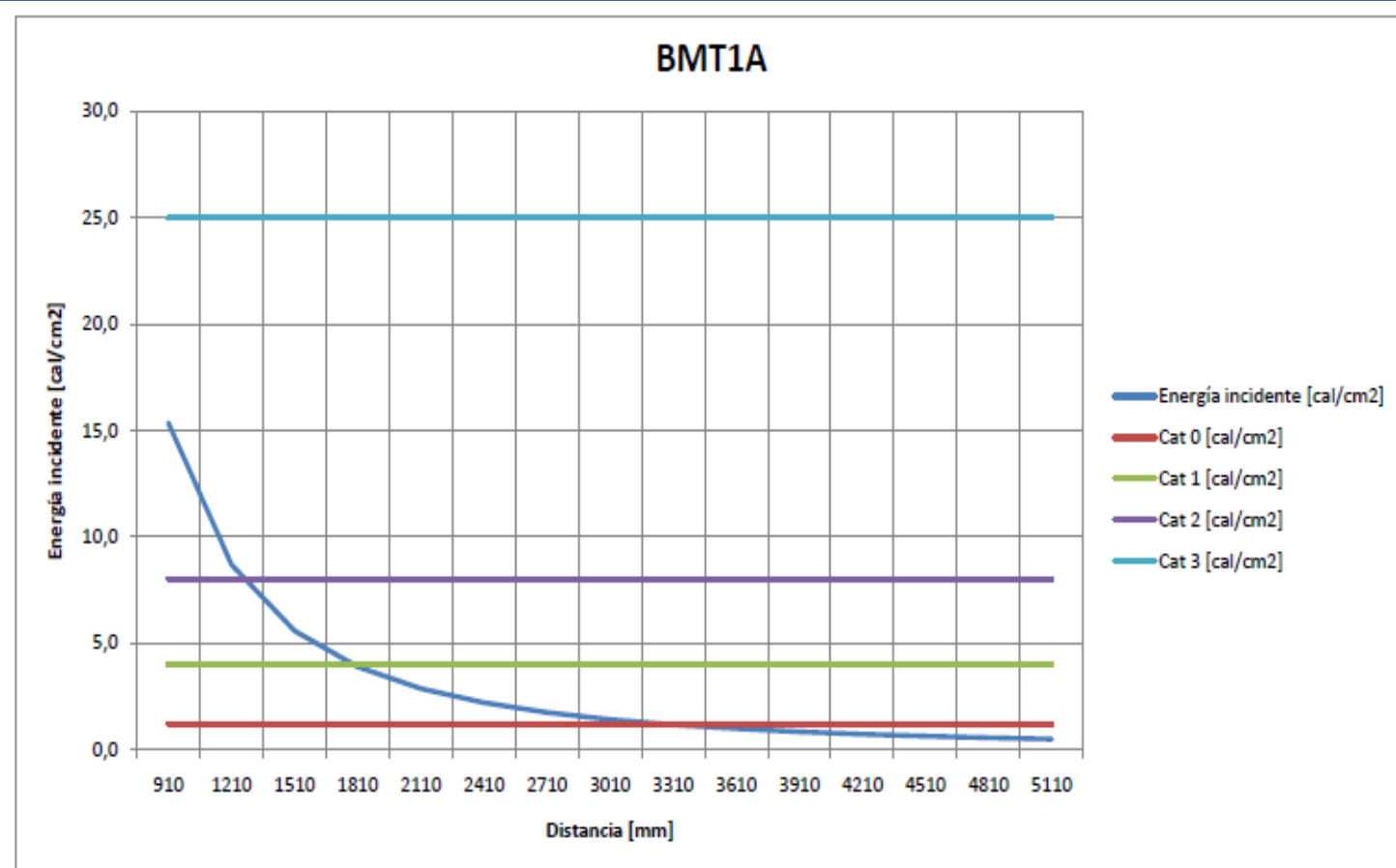
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Curvas de energía incidente en función de la distancia, para tiempo de despeje de falla fijo.



Energía incidente por Arc-Flash (3)

1. Introducción

2. Definiciones

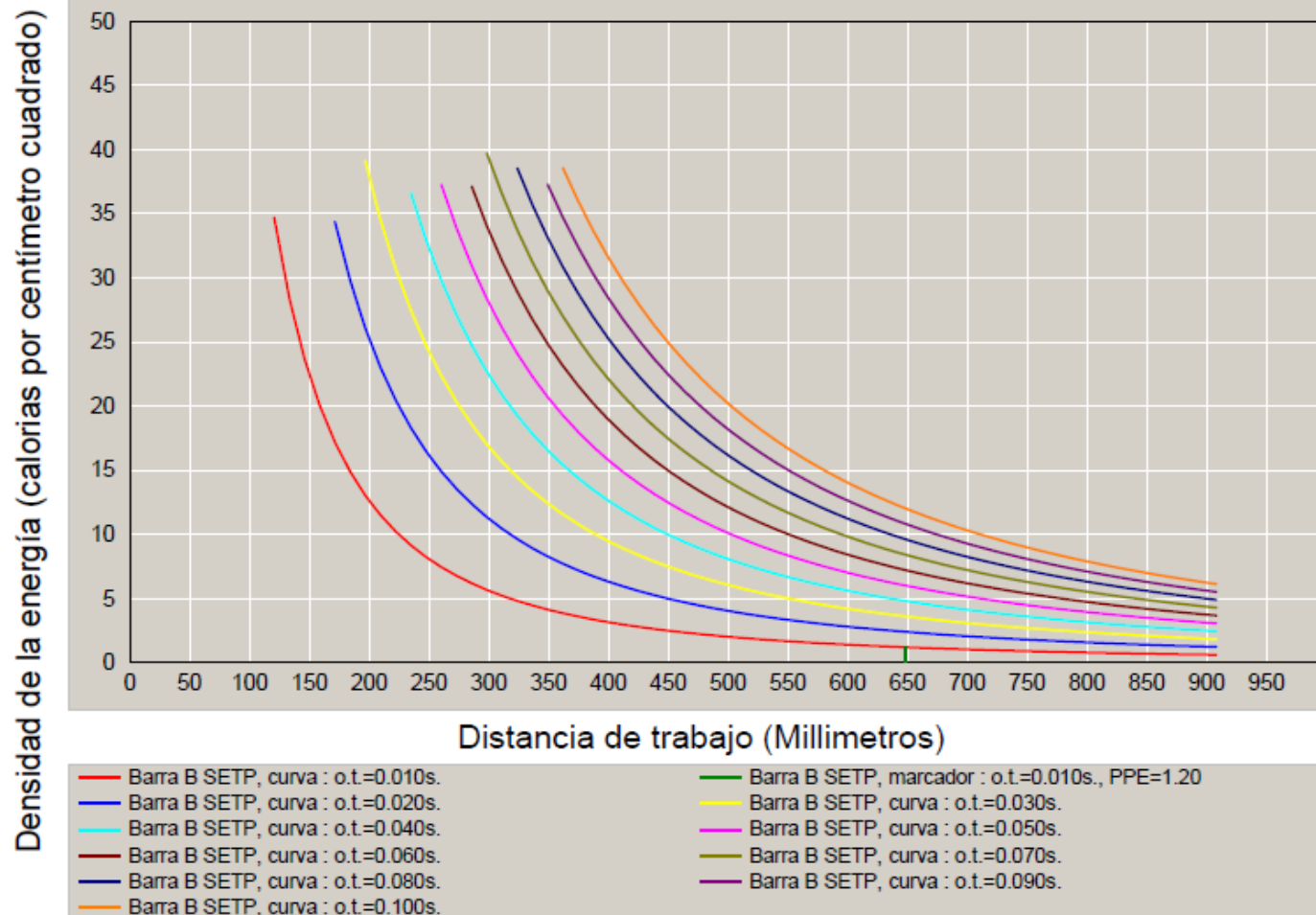
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Curvas de energía incidente en función de la distancia, para diversos tiempo de despeje de falla.



Energía incidente por Arc-Flash (4)

1. Introducción

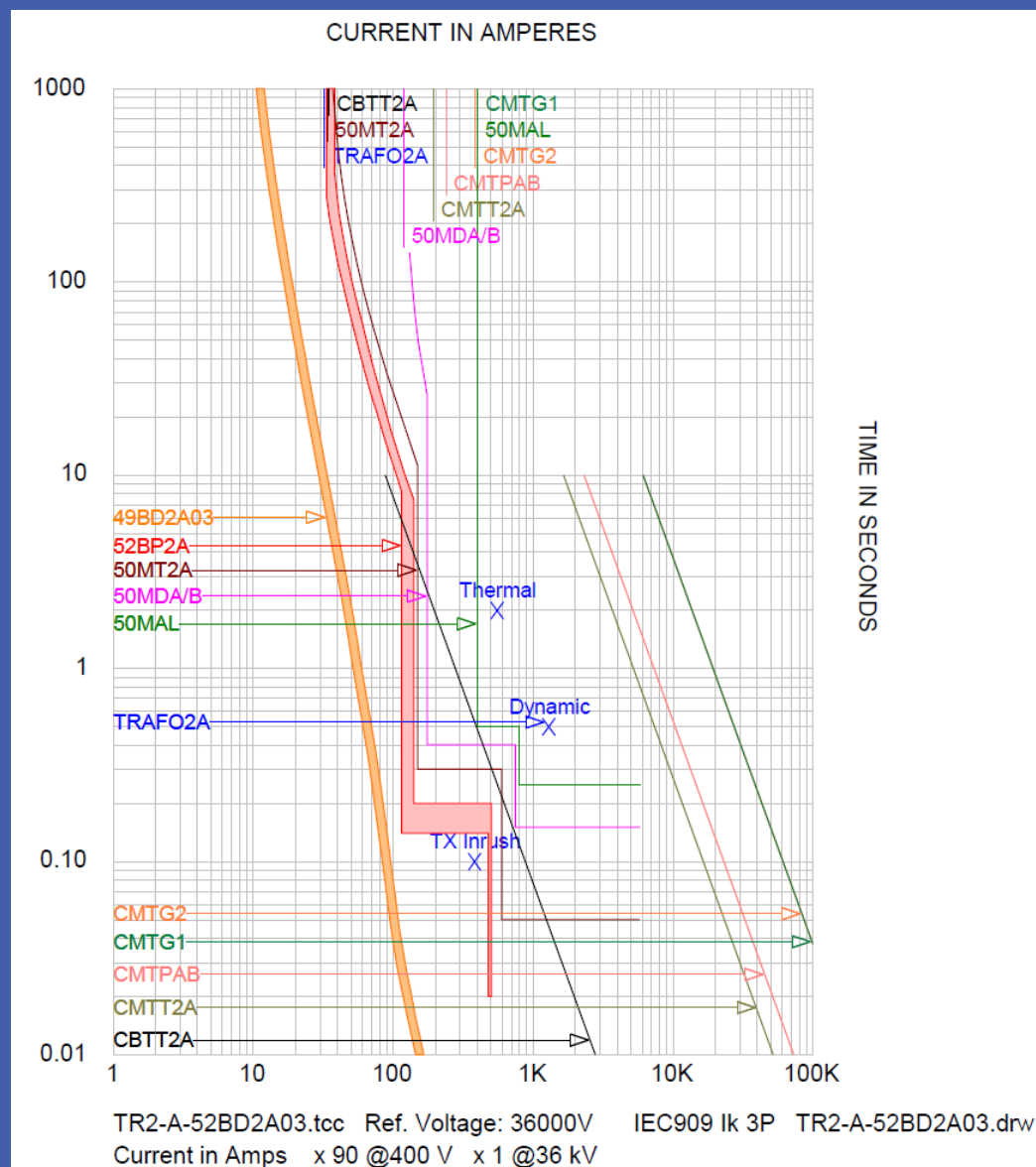
2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones



Auditoría

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Diagnóstico Instalación:

- ✓ Esquemas eléctricos;
- ✓ Existencia de protecciones;
- ✓ Análisis de ensayos y trazabilidad;
- ✓ Determinación de modalidades de explotación de la red eléctrica;
- ✓ Sistemas de puesta a tierra;
- ✓ Protecciones contra descargas atmosféricas;
- ✓ Protección contra sobretensiones;

Auditoría

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

✓ Diagnóstico de Procedimientos:

✓ Trabajos sin tensión;

✓ Trabajos con tensión;

✓ Análisis de riesgos;

✓ Verificación de implementación métodos de trabajo adecuados a la modalidad;

✓ Selección de procedimientos y tareas de readecuación de instalaciones y capacitación para su cumplimiento;

✓ Verificación de EPP adecuados a la tarea;

Auditoría

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Diagnóstico de Nivel de Capacitación:
 - ✓ Conocimientos formales;
 - ✓ Conocimientos informales:
 - ✓ Experiencia o Acervo;
 - ✓ Capacitación;
 - ✓ Simulacros y empleo del taller-escuela;
 - ✓ Evaluación continua;
 - ✓ Empleo y uso del equipamiento;
 - ✓ Empleo y uso de herramientas e instrumentos;
 - ✓ Evaluación del personal y seguimiento continuo;

Verificaciones de diseño (1)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Verificación de ingeniería existente;
- ✓ Elaboración de todos los documentos y planos eléctricos actualizados (CAO);
- ✓ Se deben replantear:?
 - ✓ Sistema eléctrico (configuración);
 - ✓ Sistema de PAT;
 - ✓ Estudios de cargabilidad;
 - ✓ Estudios de cortocircuito;
 - ✓ Coordinación de Protecciones;
 - ✓ Estudios de Arc-Flash (EPP adecuados);
 - ✓ Estudios de cobertura de SPCR;

Verificaciones de diseño (2)

1. Introducción

2. Definiciones

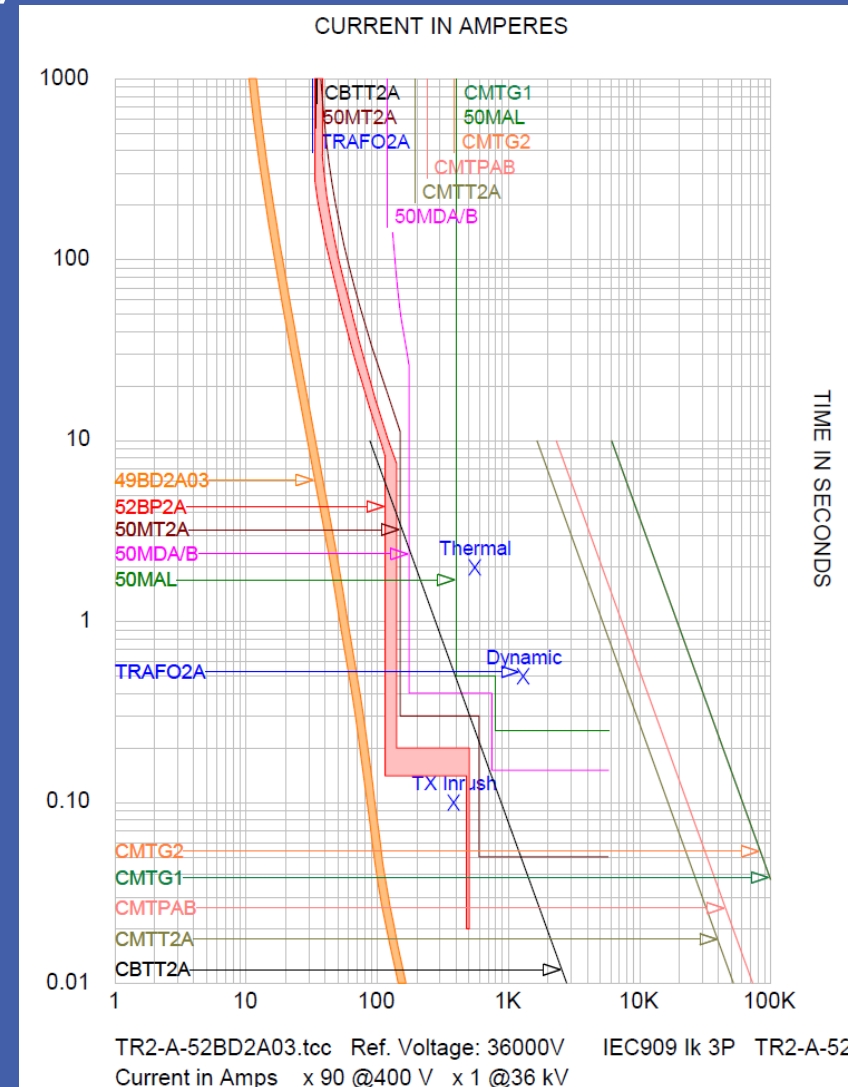
3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Estudios eléctricos;
- ✓ Cortocircuito; (Verificar dimensionamiento de interruptores, cables, barras, etc.)
- ✓ Coordinación de protecciones en sobrecorriente y sobretensión; (Disminuir niveles de "stress" eléctricos).



Verificaciones del Mantenimiento

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y
consecuencias

5. Formas de
mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Análisis de trazabilidad de ensayos;
 - ✓ Análisis históricos de eventos, fallas y maniobras;
 - ✓ Verificación de Cumplimiento de Vida Útil;
 - ✓ Identificación, medición y control de sistema de PAT;
 - ✓ Ensayos y mantenimiento de interruptores;
 - ✓ Ensayos y mantenimiento de transformadores;
 - ✓ Idem Motores, Capacitores y protecciones;
 - ✓ Ensayos de herramientas y EPP;

Verificaciones Procedimientos (1)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Modalidad de Trabajo:
 - ✓ sin tensión?;
 - ✓ con tensión?;
- ✓ Análisis de riesgos;
- ✓ Verificación de implementación métodos de trabajo adecuados a la modalidad;
- ✓ Selección de procedimientos y tareas de readecuación de instalaciones y capacitación para su cumplimiento;
- ✓ Verificación de EPP adecuados a la tarea;

Verificaciones Procedimientos (2)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y
consecuencias

5. Formas de
mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Planificación del Trabajo:
 - ✓ ¿tenemos método seguro de trabajo según Decreto 351-79?
 - ✓ ¿contamos con Permiso de Trabajo eléctrico?
 - ✓ ¿el equipo de trabajo está totalmente involucrado?
 - ✓ ¿contamos con apoyo del personal de HSYMA?

Capacitación del personal (1)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y
consecuencias

5. Formas de
mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Requerimientos de capacitación:
 - ✓ Conocimientos formales;
 - ✓ Conocimientos informales:
 - ✓ Experiencia o Acervo;
 - ✓ Simulacros y empleo del taller-escuela;
 - ✓ Evaluación continua;
 - ✓ Evaluación del personal y seguimiento continuo;

Capacitación del personal (2)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y
consecuencias

5. Formas de
mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Identificación de Riesgos;
- ✓ Uso de EPP para el caso;



Capacitación del personal (3)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y
consecuencias

5. Formas de
mitigarlo

6. Conclusiones

Manejo de dispositivos de seguridad eléctrica,
herramientas (pértigas, PAT, Bloqueos, etc);



Capacitación del personal (4)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y
consecuencias

5. Formas de
mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Manejo de distancias de seguridad permitidas;
- ✓ Las distancias de seguridad se determinan a partir del estudio de Riesgo Eléctrico (Arc Flash)

Capacitación del personal (5)

1. Introducción

2. Definiciones

3. Tipos de riesgo

4. Causas y consecuencias

5. Formas de mitigarlo

6. Conclusiones

- ✓ Métodos de primeros auxilios relacionados con víctimas de electrocución o deflagración;



Primeros auxilios: Convulsiones



Distancias de trabajo (1)

1.Introducción

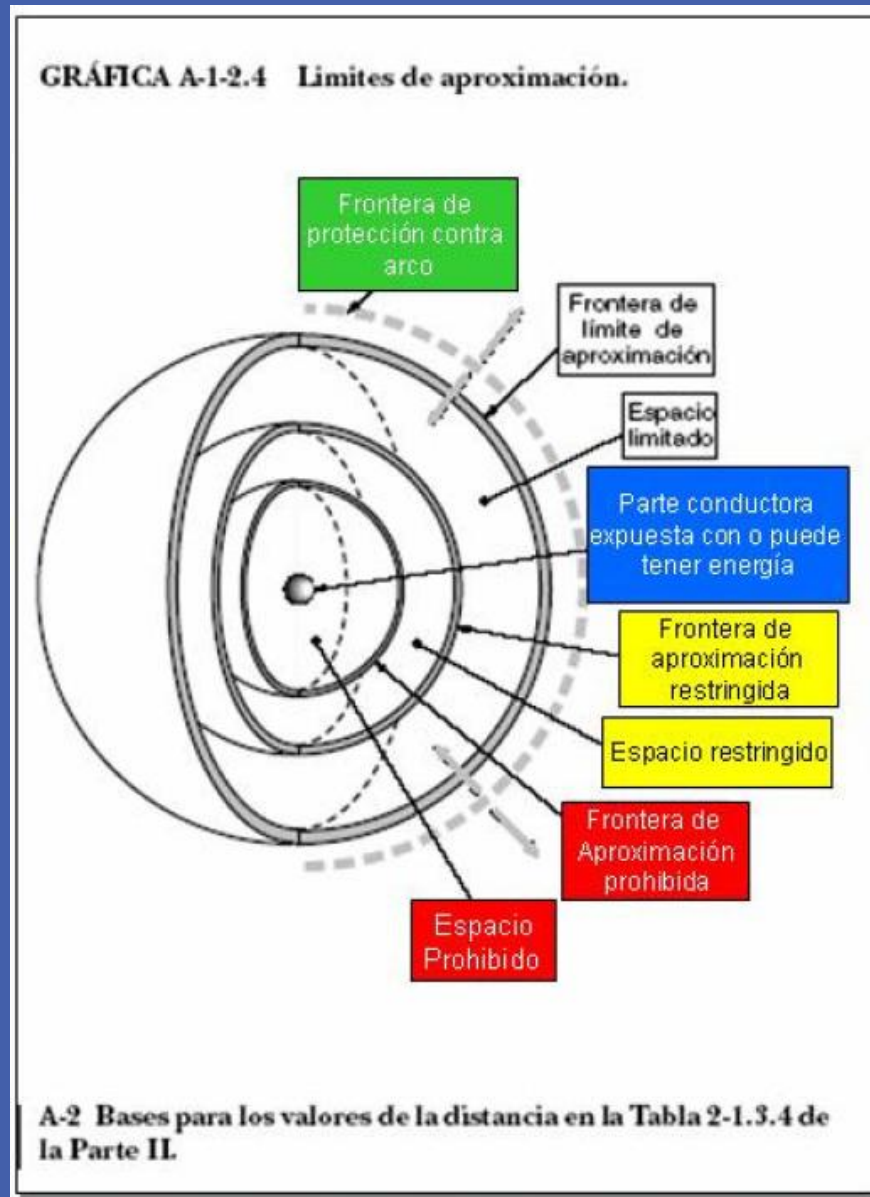
2.Definiciones

3.Tipos de riesgo

4.Causas y consecuencias

5.Formas de mitigarlo

6.Conclusiones



Distancias de trabajo (2)

1.Introducción

2.Definiciones

3.Tipos de riesgo

4.Causas y consecuencias

5.Formas de mitigarlo

6.Conclusiones

- ✓ El medio más efectivo para garantizar la seguridad es mantener una distancia segura.
- ✓ Personal no calificado no debe cruzar la frontera de Protección contra Arco.
- ✓ Personal calificado si va a cruzar la frontera de protección contra arco deberá utilizar EPP especial.
- ✓ Traspasar la frontera prohibida de aproximación se considera lo mismo que hacer contacto con la energía.

Conclusiones

1.Introducción

✓ Análisis de estado de situación

2.Definiciones

✓ Desarrollo ingeniería readecuación y
Materialización de obras;

3.Tipos de riesgo

4.Causas y consecuencias

✓ Revisión de procedimientos de trabajo y EPP;

5.Formas de mitigarlo

✓ Ajustes del Mantenimiento;

6.Conclusiones

✓ Capacitación para el personal;