

Dominando lo invisible en ensayos eléctricos de alta tensión

Procedimiento de ejecución, seguridad
y aseguramiento metrológico en sitio.

- Documento: DC-7.2.1.2 Anexo O (Versión 02)
- Laboratorio: HIGH TEST



EL MANDATO FUNDAMENTAL DEL ENSAYO EN SITIO

Los ensayos en sitio introducen variables incontrolables que no existen dentro del laboratorio. El procedimiento DC-7.2.1.2 estandariza nuestra respuesta ante este caos, garantizando cuatro pilares innegociables:



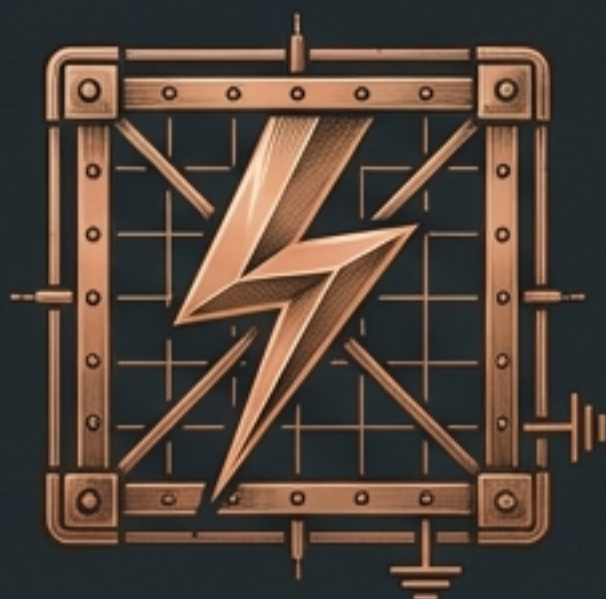
VALIDEZ METROLÓGICA

Resultados irreprochables sin importar el entorno.



SEGURIDAD HUMANA Y MATERIAL

Protección total del personal y las instalaciones del cliente.



CONTROL DE FENÓMENOS FÍSICOS

Capacidad técnica para dominar y mitigar el estrés eléctrico.



CUMPLIMIENTO NORMATIVO

Alineación estricta con ISO/IEC 17025 y normativas técnicas internacionales.

COMPRIENDIENDO LA LÍNEA BASE: CORRIENTE CAPACITIVA

Durante la aplicación inicial de tensión o ante fluctuaciones, todo material aislante actúa naturalmente como un capacitor.

EL FENÓMENO:

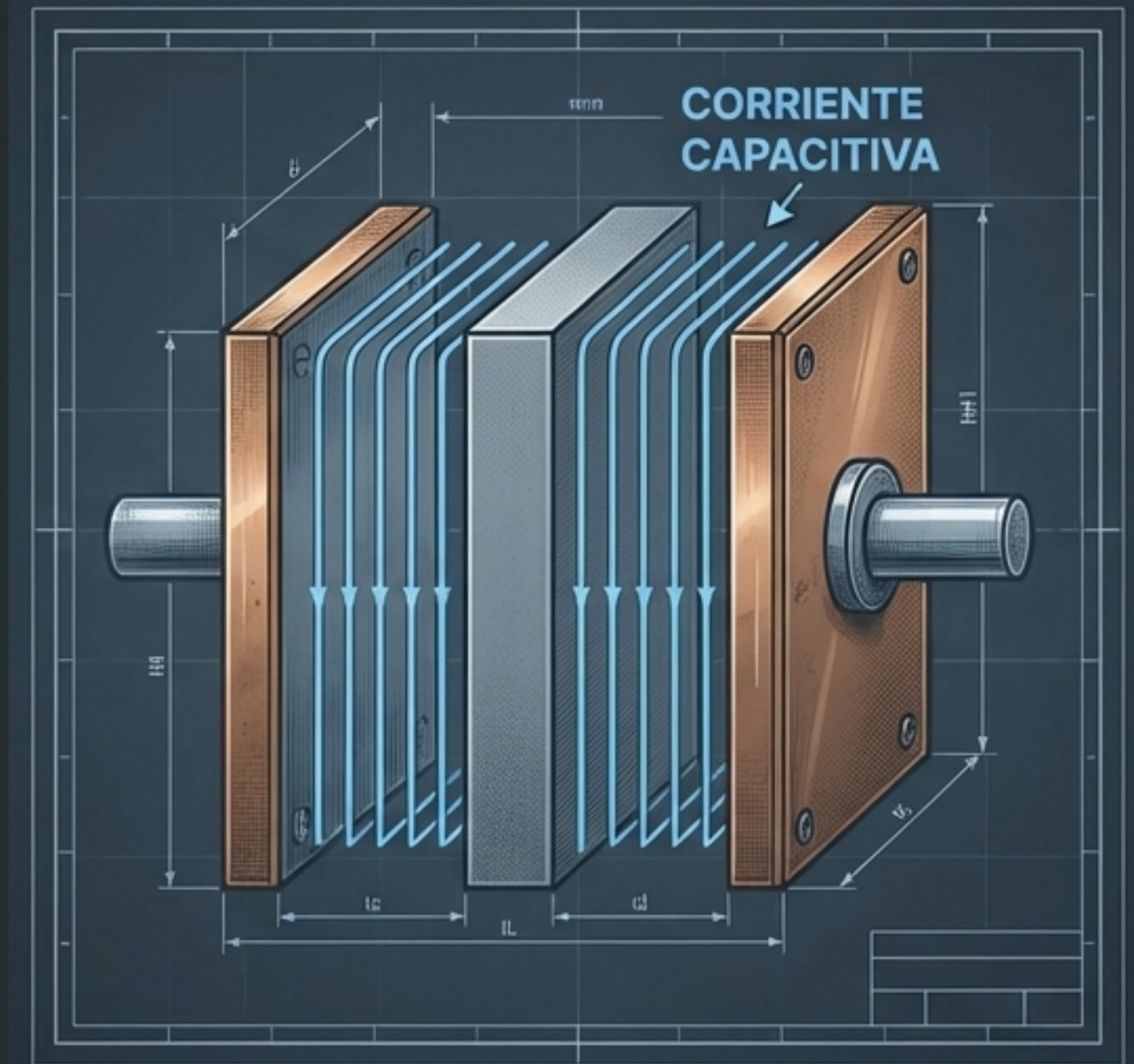
Es una componente transitoria predecible (**corriente de desplazamiento**) que fluye a través del sistema.

EL ESTÁNDAR (IEC 60060-1 / IEEE STD 4):

Esta corriente es inherente a la reactancia capacitiva del objeto y del arreglo de medición.

REGLA DE ORO:

No constituye una corriente de fuga resistiva y nunca debe interpretarse como un defecto del aislamiento.



LA INTERFERENCIA INVISIBLE: ACOPLAMIENTO PARÁSITO

El entorno físico dicta la pureza de la medición. El **acoplamiento parásito** y los efectos de **proximidad** alteran involuntariamente el campo eléctrico.



CAUSA

Capacitancia natural formada entre el objeto de prueba, los cables de medición y las estructuras metálicas circundantes.



EFECTO

Distorsión de las mediciones y creación de lazos de corriente no deseados.



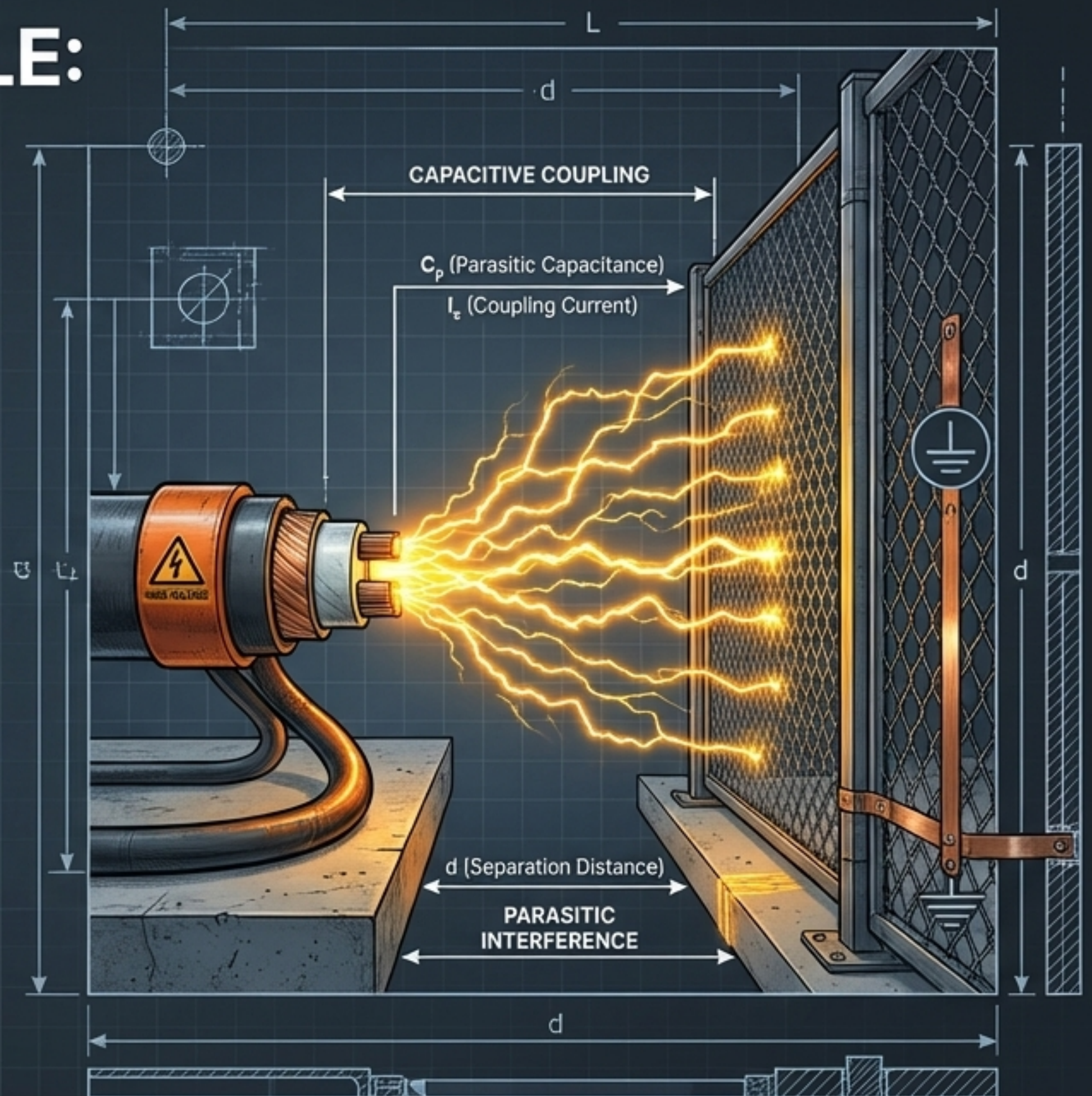
RESPALDO TÉCNICO

Fenómeno tipificado bajo IEEE Std 4-2013.



PREVENCIÓN

Control estricto de distancias de seguridad geométricas en el sitio de prueba.



EL IMPACTO DE LA FORMA: EFECTO CORONA E INFLUENCIA GEOMÉTRICA

La distribución del campo eléctrico responde directamente a la geometría de los conductores (ASTM D149).

INFLUENCIA GEOMÉTRICA:

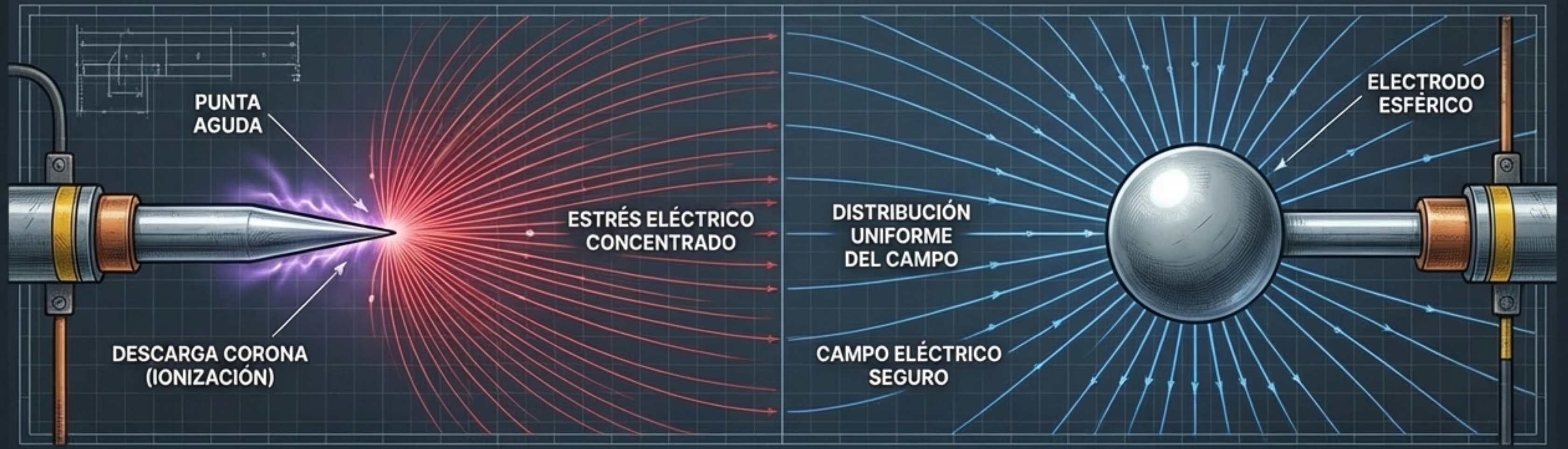
Las formas puntiagudas, bordes agudos y radios pequeños concentran el estrés eléctrico de manera destructiva. Las superficies lisas y redondeadas lo distribuyen.

EFECTO CORONA (IEEE Std 4-2013):

Cuando la concentración del campo en un electrodo supera el gradiente crítico de tensión del aire, se produce una ionización parcial.

CONSECUENCIAS:

Genera una descarga luminosa no disruptiva, produce ozono y erosiona progresivamente la superficie del material.



EL VEREDICTO DEL MATERIAL: RUPTURA DIELECTRICA VS. FLASHOVER

Un colapso súbito del voltaje y paso abrupto de corriente exige distinguir entre dos fenómenos radicalmente distintos:

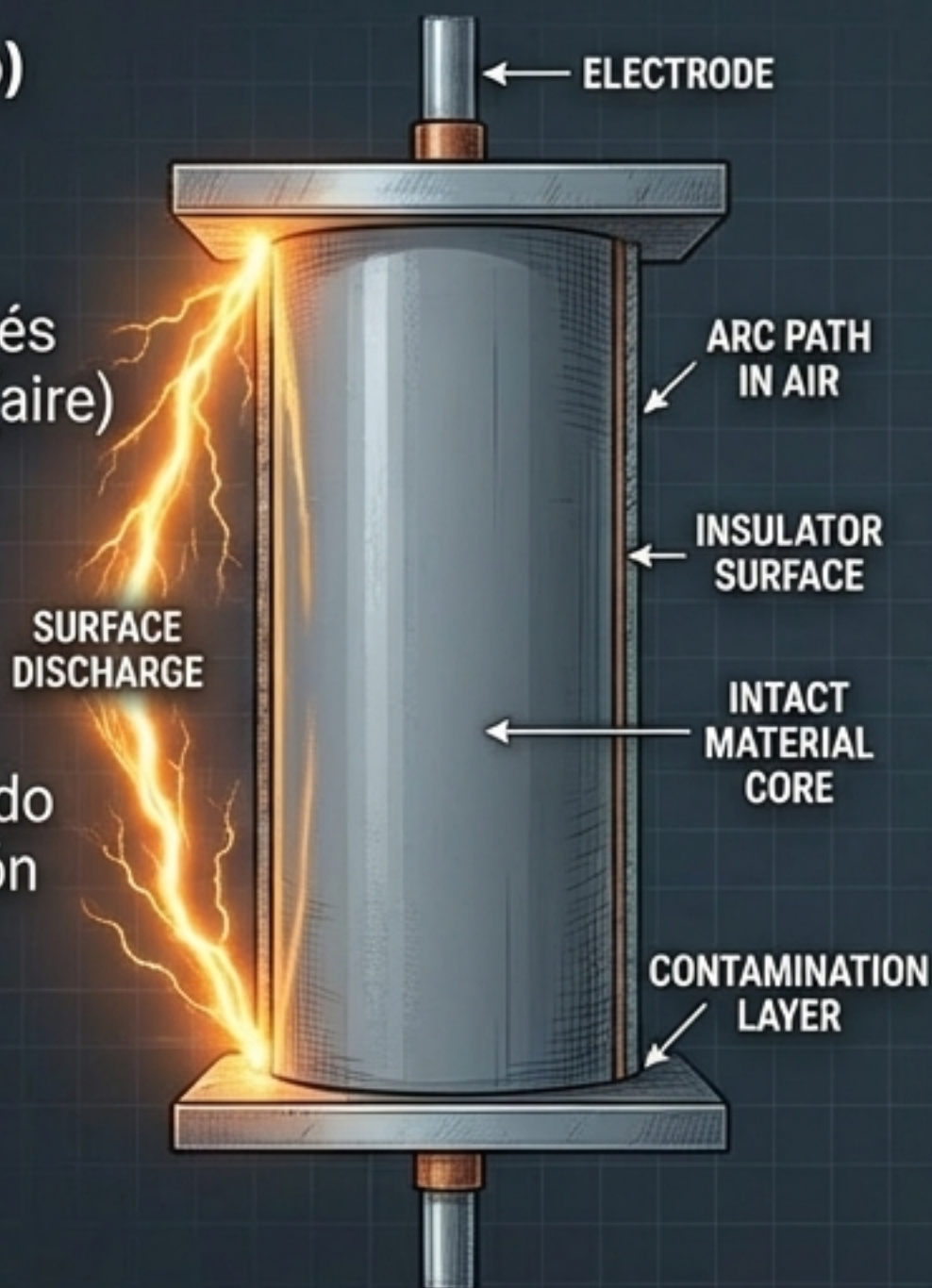
Descarga Superficial (Flashover / Contorneo) - [IEC 60060-2]

La descarga rodea el aislante, viajando a través del medio circundante (aire) de un conductor a otro.



CLAVE:

No perfora el material sólido.
A menudo causado por contaminación o humedad.



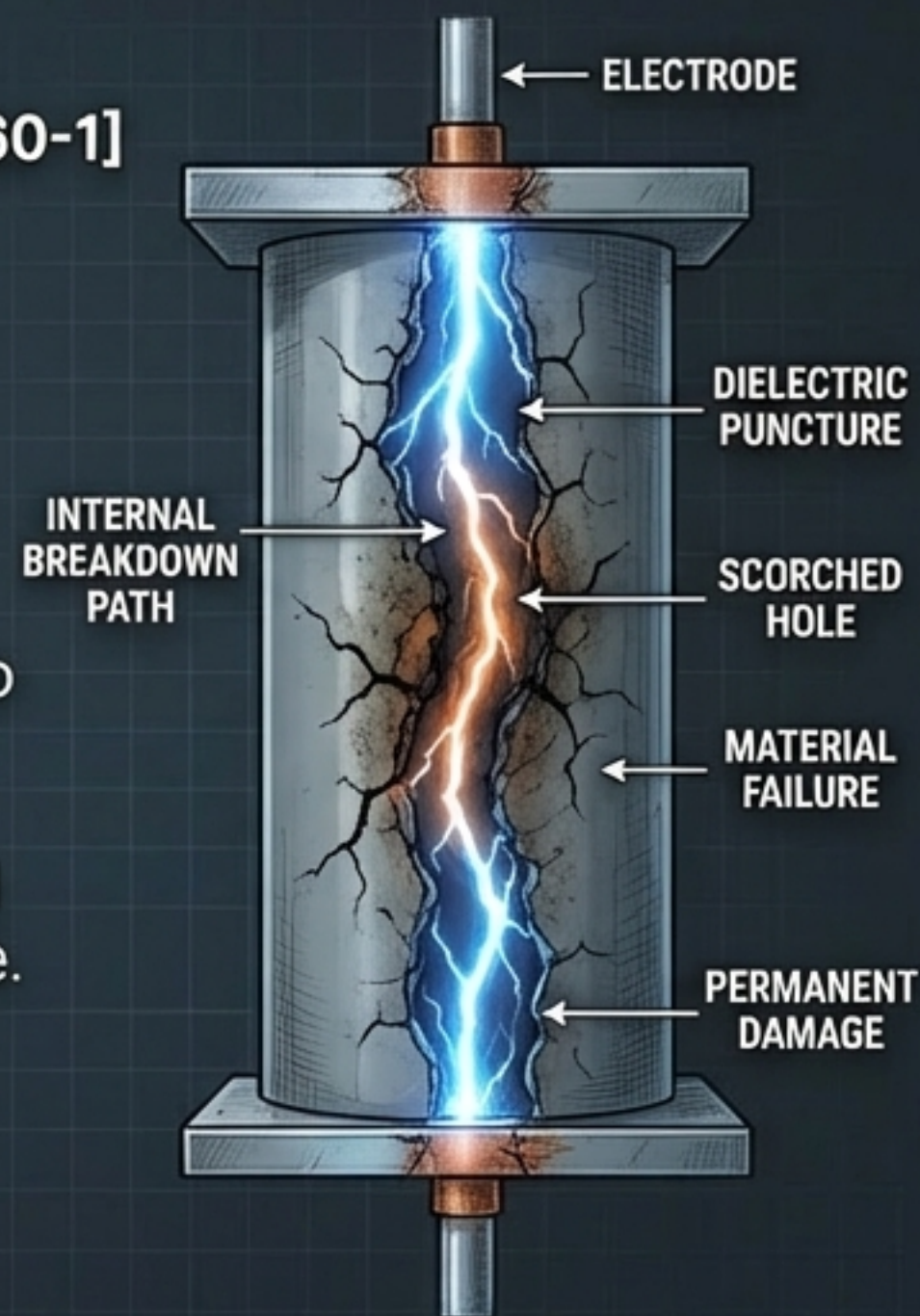
Ruptura Dieléctrica (Perforación) - [ASTM D149 / IEC 60060-1]

Falla interna e irreversible por estrés eléctrico.



CLAVE:

Quema un agujero permanente directamente a través de la pared sólida del aislante.



TRASLADANDO EL RIGOR DEL LABORATORIO AL ENTORNO DE CAMPO

La validez metrológica comienza antes de salir de HIGH TEST. El transporte y la logística son la primera línea de defensa de los equipos.



IDENTIFICACIÓN COMERCIAL:

Coordinación del alcance técnico, ubicación y confirmación de emisión de declaración de conformidad contra normas específicas.



VERIFICACIÓN METROLÓGICA:

Confirmación de vigencia de calibración, estado funcional y disponibilidad de dispositivos de seguridad.



INTEGRIDAD EN TRÁNSITO:

Embalaje según fabricante. Uso de vehículos cerrados que aislen los equipos de humedad, polvo y vibraciones excesivas.

Todo movimiento requiere registro estricto en el **FR.7.2 Lista de Chequeo para Ensayos Eléctricos en Sitio.**



ESTABLECIENDO EL ÁREA DE ENSAYO CONTROLADA

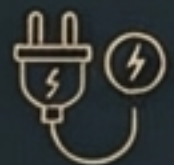
Al llegar al sitio, el equipo técnico debe transformar el entorno del cliente en una extensión del laboratorio.



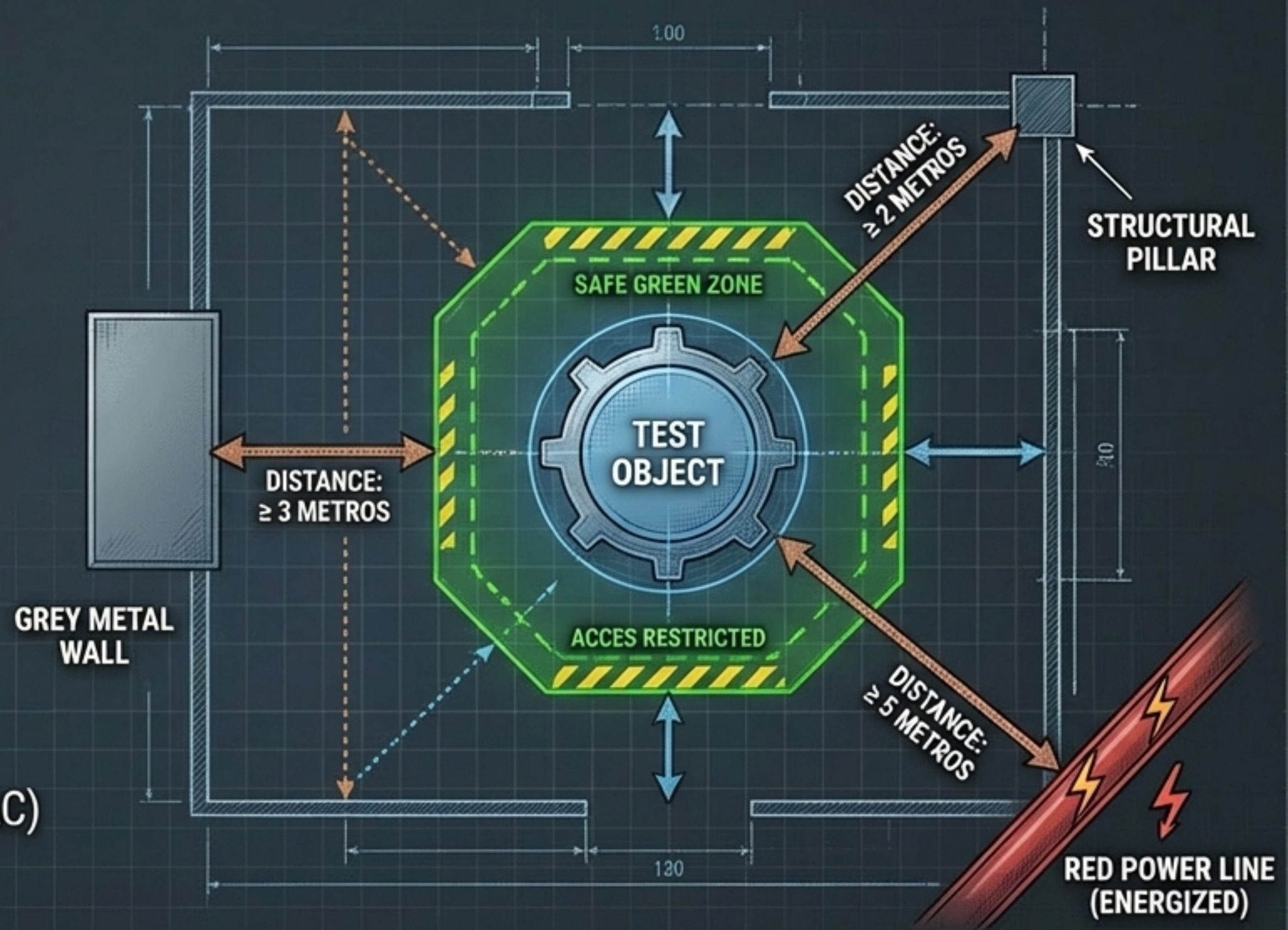
DELIMITACIÓN Y SEÑALIZACIÓN:
Restricción absoluta de acceso a personal no autorizado.



CONTROL DE DISTANCIAS:
Asegurar distancias amplias respecto a estructuras metálicas, muros y conductores energizados para anular acoplamientos parásitos y descargas no controladas.



ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA:
Verificación de suministro estable proveído por el cliente (120 V o 220 V AC) y revisión de extensiones aisladas.





CONDICIONES ABSOLUTAS DE INVALIDACIÓN DEL ENSAYO

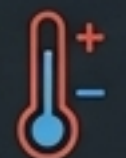
La rigidez dieléctrica del aire y la probabilidad de descargas superficiales son altamente vulnerables al entorno. El ensayo debe suspenderse inmediatamente ante:



Presencia de lluvia, llovizna o humedad relativa excesiva en pruebas al aire libre.



Humedad visible, contaminación superficial o condensación en los elementos a ensayar.



Temperaturas o condiciones ambientales fuera del rango operativo de la instrumentación metrológica.



Fallas detectadas en la alimentación eléctrica o ausencia de un sistema de puesta a tierra continuo.

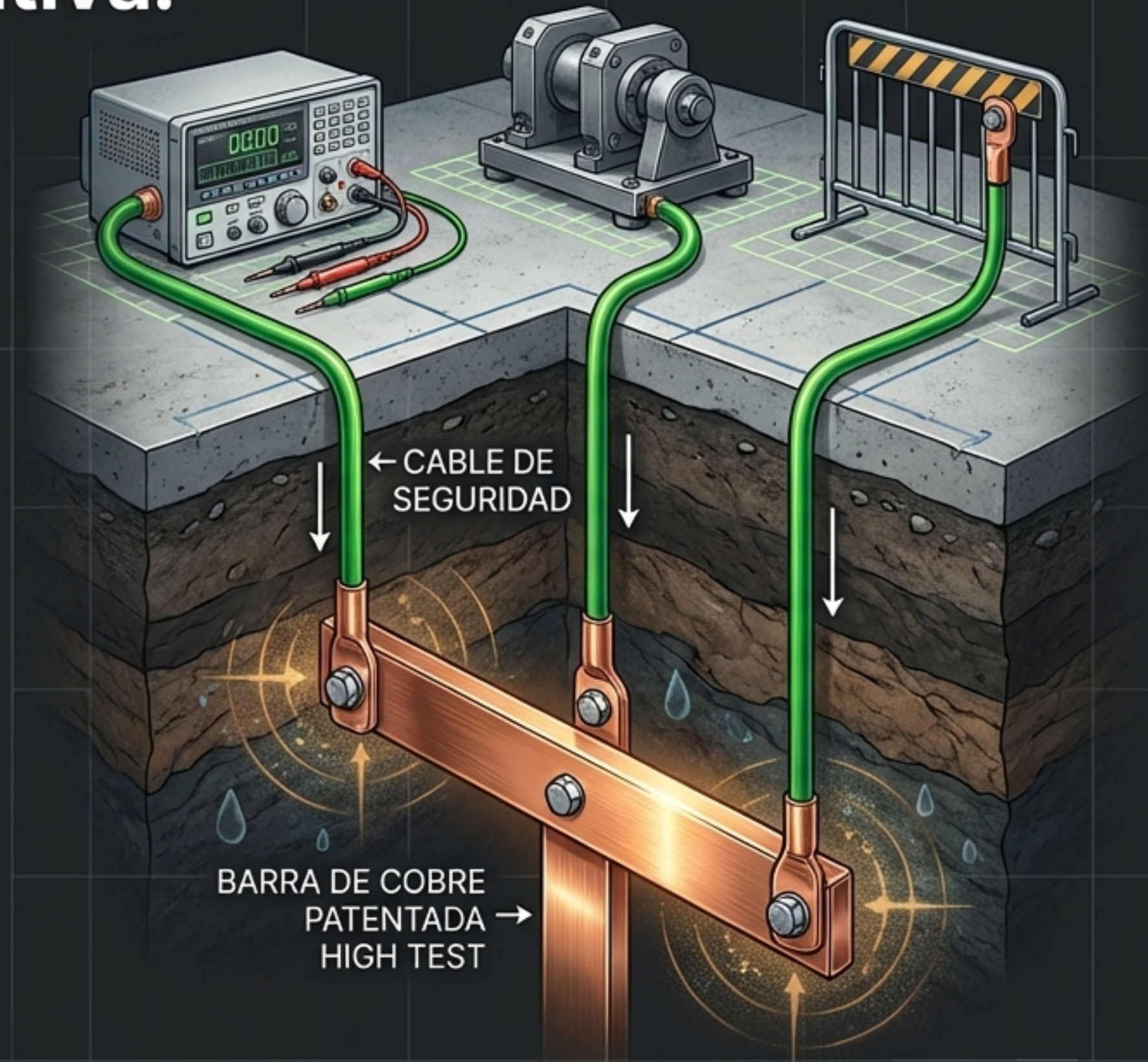


Cualquier riesgo no controlado para el personal (Autoridad de la Persona Designada).

El ancla de seguridad operativa: La puesta a tierra





Un sistema de puesta a tierra confiable y eléctricamente efectivo es el requisito primario para proteger vidas, equipos y establecer una referencia metrológica limpia.

- **Preferencia HIGH TEST:** Instalación de nuestra barra de cobre patentada en un punto estratégico.
- **Alternativa del Cliente:** Provisión de conexión a tierra técnicamente adecuada y compatible.
- **Configuración de Tierra Común:** Todos los equipos, bancos de ensayo y estructuras metálicas deben conectarse a un mismo sistema.
- **Objetivo Técnico:** Evitar la formación de lazos de tierra que inducen errores de medición o voltajes flotantes peligrosos.



Ejecución: El monitoreo continuo de la tensión

La aplicación de la alta tensión no es un simple encendido; es un proceso analítico de incremento controlado.

-  **Control Geométrico del Montaje:** Uso exclusivo de electrodos redondeados o accesorios de control para evitar concentración de campo eléctrico.
-  **Monitoreo del Comportamiento:** La corriente debe aumentar gradualmente y mantenerse estable.
-  **Señales de Alerta:** Variaciones o incrementos abruptos en la corriente antes del voltaje objetivo indican problemas potenciales: descargas parciales, humedad, acoplamiento parásitos o conexiones defectuosas.
-  **Seguridad Activa:** Mantenimiento de alarmas visuales/sonoras operativas durante toda la energización.



Protocolo de mitigación: Cuando el sistema se detiene

Un disparo de corriente en el equipo de medición no equivale automáticamente a un dictamen de falla del material. Antes de concluir una perforación, se debe ejecutar el descarte sistemático:



Reconfiguración: Forzando la corriente a través del sólido

Si el evento no fue capacitivo ni parásito, se debe evaluar la superficie del material y el medio circundante.

ANTES: FLASHOVER SUPERFICIAL



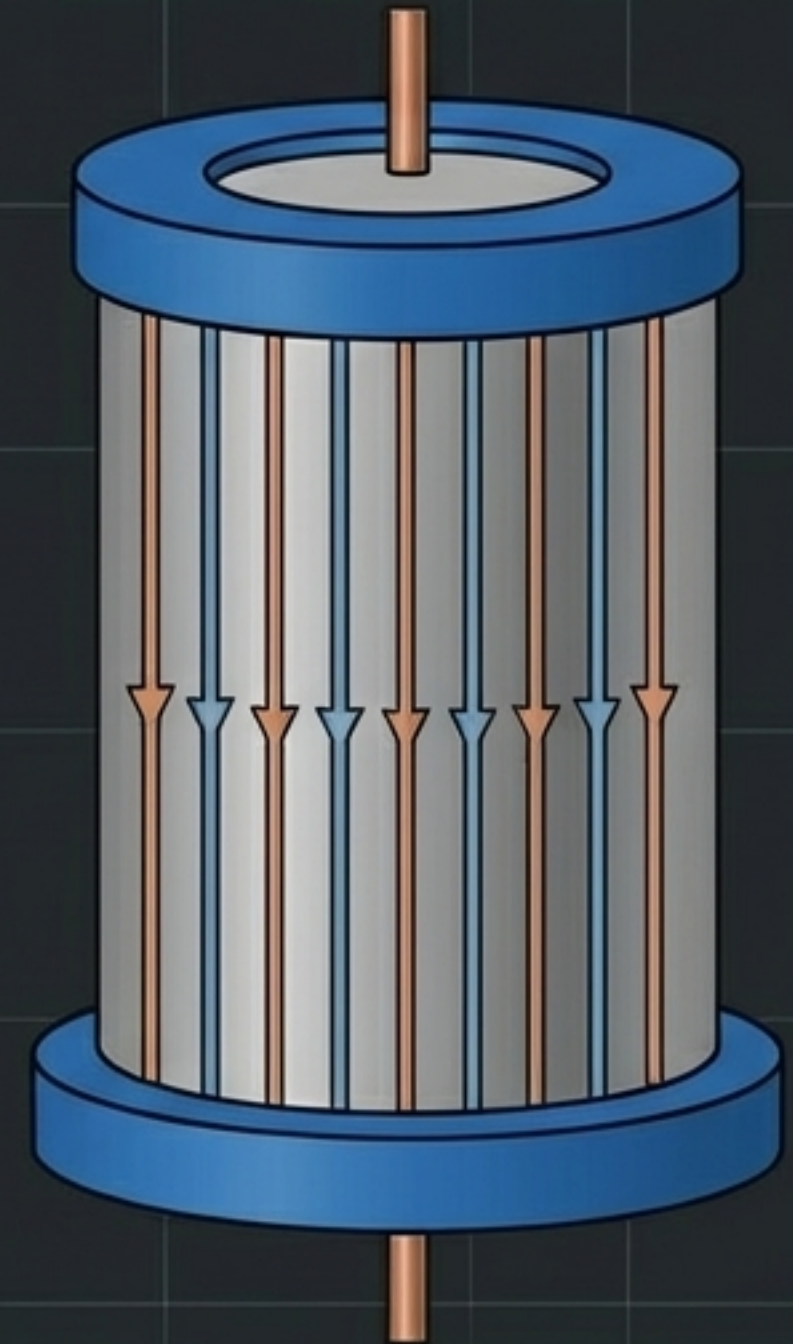
- **Identificación de Flashover:** Si se observa un salto de arco eléctrico visible a través del aire.

- **Acción de Mitigación Normativa:**

1. Desenergizar el sistema completamente.
2. Limpiar minuciosamente la superficie del aislante (eliminando contaminación o humedad).
3. Aplicar medidas mitigadoras mecánicas (plataformas aislantes, sellos dieléctricos).

Objetivo: Bloquear el camino fácil a través del aire para someter la pared sólida del aislante al verdadero estrés eléctrico requerido por la prueba.

DESPUÉS: ESTRÉS INTERNO



El dictamen final: Interpretación y registro formal

Una vez agotado el protocolo de mitigación, el evento de descarga definitivo debe ser clasificado e informado formalmente para la declaración de conformidad.

Categoría 1: Descarga Superficial (Flashover):

Reportado como un evento a lo largo de la superficie o el aire circundante. A menudo dependiente de las condiciones del entorno, sin perforar el sólido.

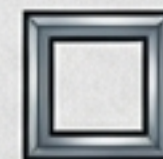
Categoría 2: Ruptura Dieléctrica:

Reportado como la falla interna definitiva del material, evidenciada por la formación de un canal permanente de conducción.

Trazabilidad (FR 7.8 Informe de Ensayos):

La clasificación debe registrarse con precisión metrológica, respaldada obligatoriamente con evidencia fotográfica del daño o del montaje.

FR 7.8 Informe de Ensayos



Flashover



Ruptura Dieléctrica



Desmontaje seguro y cierre del ciclo de aseguramiento

El procedimiento exige que la finalización del ensayo mantenga el mismo rigor que su preparación.

- **Desenergización Absoluta:** Descarga física de tensiones residuales utilizando pértiga de descarga de seguridad antes de cualquier contacto humano.
- **Preservación Metrológica:** Desmontaje ordenado y embalaje seguro conforme a instructivos internos, garantizando la integridad de cables y sensores.
- **Recepción en Laboratorio HIGH TEST:** Al retornar, el equipo técnico debe ejecutar inspecciones físicas y funcionales inmediatas, reportando cualquier anomalía en los registros de control (FR-6.4.7).

Todo el ciclo concluye con la validación de la Lista de Chequeo FR.7.2.

