

Reglamentación sobre Electroestática Informe Técnico

AEA IT 91340

Parte 1 - Fenómenos Electrostáticos, Principios y Mediciones

Edición: Abril de 2016



AEA | 100 AÑOS





COMISIÓN DIRECTIVA

Presidente:	ROSENFELD, Pedro A.
Vicepresidente 1º:	VIGNAROLI, Ernesto O.
Vicepresidente 2º:	MANILI, Carlos M.
Secretario:	BROVEGLIO, Norberto O.
Prosecretario:	CRESTA, Abel J.
Tesorero:	MAZZA, Juan P.
Protesorero:	GRINNER, Luis A.
Vocales:	CORREA, Miguel A.
	MAGRI, Jorge H.
	NITARDI, Eduardo L.
	MANSILLA, Carlos A.
	MILITO, Daniel
	SALVATIERRA, Alejandro
	TOTO, Miguel A.
	VERONESE, Enrique
	VINSON, Edgardo G.
	WAIN, Gustavo



COMISIÓN DE NORMALIZACIÓN

Presidente: Ing. BROVEGLIO, Norberto O.

Miembros Permanentes: Ing. MAGRI, Jorge

Ing. OSETE, Víctor

Ing. MANILI, Carlos M.

Ing. TOTO, Miguel A.

COMITÉ DE ESTUDIOS CE 101 – ELECTROSTÁTICA

Presidente Sr. SOLER, Carlos Oscar - AEA

Secretario Ing. MEZZALUNA, Adrián - CITEDEF

Miembros Permanentes Ing. BUEDO, Eduardo – CNEA CONSULTOR

Ing. CARRIL, Fidel - CONSULTOR INDEPENDIENTE

Ing. GARCIA, Roberto – SUPERINTENDENCIA DE
RIESGO DEL TRABAJO

Ing. FRANCESCHELLI, Ricardo - AADAIH

Ing. STREHAR, Norberto - CONSULTOR
INDEPENDIENTE

Ing. RUGONYI, Atilio - UTN – FAC. REG. SAN
NICOLÁS

Miembros Participantes Ing. OSETE, Víctor - AEA

Ing. REYNA, Ángel - AEA

Miembros Invitados Dr. GIMENEZ, Juan Carlos - OPS - ORGANIZACIÓN
PANAMERICANA DA LA SALUD



PREFACIO AEA

La AEA es sede del Comité Electrotécnico Argentino, parte de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), organización mundial, cuyo objetivo es promover la cooperación internacional sobre todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico.

La Asociación Electrotécnica Argentina, entidad sin fines de lucro, fundada en el año 1913, con la misión de asistir a la comunidad en el manejo seguro y eficiente de la electricidad mediante la elaboración de reglamentaciones, informes técnicos, especificaciones técnicas, guías y otras publicaciones, certificaciones de instalaciones eléctricas y de personas, conforme a requisitos legales y criterios técnicos nacionales e internacionales. Asimismo, con la de organizar, facilitar y acompañar el desarrollo, la formación y el perfeccionamiento de profesionales, técnicos e idóneos en todos los ámbitos de aplicación de la electrotecnia. Todo ello conforme a los principios del desarrollo sustentable y de la preservación del medio ambiente.

El Comité de Estudios (CE-101) correspondiente a Electroestática, se ha constituido habida cuenta de la necesidad de establecer un respaldo normativo y en consonancia con directivas internacionales, frente a la manifestación creciente de los efectos de este fenómeno sobre personas, dispositivos y materiales observados en nuestro medio.

Con la incorporación masiva de materiales sintéticos y el aumento en la sensibilidad del equipamiento y los dispositivos eléctricos y electrónicos, se hace de fundamental importancia disponer de normas específicas en la materia, y que puedan ser aplicadas en todas las actividades donde el fenómeno de acumulación de cargas signifique un riesgo.



AEA IT 91340

REGLAMENTACIÓN SOBRE ELECTROSTÁTICA

INFORME TÉCNICO

PARTE 1

FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS – PRINCIPIOS Y MEDICIONES



ÍNDICE GENERAL

1	OBJETO	13
2	REFERENCIAS NORMATIVAS	13
3	TÉRMINOS Y DEFINICIONES	14
3.1	ADITIVO ANTIESTÁTICO	15
3.2	ANTIESTÁTICO	15
3.3	UNIÓN ELÉCTRICA	15
3.4	RUPTURA DIELECTRICA.....	15
3.5	TENSIÓN DE RUPTURA DIELECTRICA.....	15
3.6	DECAIMIENTO DE CARGA	15
3.7	TIEMPO DE DECAIMIENTO DE CARGA (TIEMPO DE RELAJACIÓN DE CARGA)	15
3.8	CONDUCTIVIDAD.....	15
3.9	MATERIAL CONDUCTOR O CONDUCTIVO.....	16
3.10	MATERIAL DISIPATIVO.....	16
3.11	TIERRA, PUESTA A TIERRA.....	16
3.12	DESCARGA ELECTROSTÁTICA	16
3.13	CLASIFICACIÓN DE GRUPOS EXPLOSIVOS.....	16
3.14	SUSTANCIAS INFLAMABLES	16
3.15	TENSIÓN O UMBRAL DE RIESGO	17
3.16	ÁREA RIESGOSA	17
3.17	AISLADOR, MATERIAL AISLADOR.....	17
3.18	ENERGÍA MÍNIMA DE IGNICIÓN	17
3.19	RELAJACIÓN DE LA CARGA	17
3.20	DENSIDAD DE CARGA SUPERFICIAL (Δ_S).....	17
3.21	RESISTIVIDAD SUPERFICIAL (Ω_S).....	17
3.22	CARGA POR EFECTO TRIBOELECTRICO	18
3.23	DENSIDAD DE CARGA VOLUMÉTRICA (Δ_V)	18



3.24	RESISTIVIDAD VOLUMÉTRICA (Ω_V)	18
4	FUNDAMENTOS DE LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA.....	18
4.1	GENERAL	18
4.2	ELECTRIFICACIÓN POR CONTACTO.....	19
4.3	CARGA POR INDUCCIÓN.....	21
4.4	TRANSFERENCIA DE CARGA POR CONDUCCIÓN	22
4.5	RETENCIÓN DE CARGA.....	23
4.6	INFLUENCIA DE LA HUMEDAD AMBIENTAL.....	25
4.6.1	GENERAL	25
4.6.2	MEDICIONES <i>IN SITU</i>	26
4.7	DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS.....	26
4.7.1	GENERAL	26
4.7.2	DESCARGAS POR CHISPA	26
4.7.3	DESCARGAS POR EFECTO CORONA	27
4.7.4	DESCARGAS POR FROTAMIENTO	28
4.7.5	PROPAGACIÓN DE DESCARGAS POR FROTAMIENTO.....	28
4.7.6	DESCARGAS POR EFECTO CONO	30
4.8	FUERZAS MECÁNICAS EN UN CAMPO ELÉCTRICO.....	30
5	PROBLEMAS ELECTROSTÁTICOS Y RIESGOS.....	30
5.1	GENERAL	30
5.2	COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y SISTEMAS.....	31
5.2.1	GENERAL	31
5.2.2	TIPOS DE FALLA.....	31
5.2.3	PROBLEMAS Y AMENAZAS EN LOS DIFERENTES PERIODOS DEL CICLO DE VIDA.....	32
5.3	IGNICIÓN ELECTROSTÁTICA – RIESGOS.....	33
5.3.1	GENERAL	33
5.3.2	DESCARGAS POR CHISPAS DESDE OBJETOS CONDUCTORES.....	34



5.3.3	DESCARGAS POR EFECTO CORONA DESDE OBJETOS CONDUCTORES	34
5.3.4	DESCARGAS POR FROTAMIENTO DESDE SUPERFICIES AISLANTES.....	34
5.3.5	PROPAGACIÓN DE DESCARGAS POR FROTAMIENTO DESDE SUPERFICIES AISLANTES.....	34
5.3.6	DESCARGAS DESDE PERSONAS	35
5.3.7	POTENCIAL DE IGNICIÓN DE DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS	36
5.4	SENSACIÓN FISIOLÓGICA.....	37
5.5	SIMULACIÓN DE DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS.....	38
5.5.1	GENERAL	38
5.5.2	MEDICIÓN DE LA ENERGÍA DE IGNICIÓN POR DESCARGAS CAPACITIVAS	40
5.5.3	MODELO DE CUERPO HUMANO	40
5.5.4	MODELO MÁQUINA	40
5.5.5	MODELO DE DISPOSITIVO CARGADO	41
6	SOLUCIONES GENERALES A LOS PROBLEMAS Y RIESGOS.....	41
6.1	GENERAL	41
6.2	PROPUESTAS COMUNES.....	42
7	APLICACIONES ÚTILES DE LOS EFECTOS ELECTROSTÁTICOS.....	44
8	ASPECTOS GENERALES DE LAS MEDICIONES.....	44
8.1	GENERAL	44
8.2	CAMPO ELÉCTRICO.....	45
8.2.1	GENERAL	45
8.2.2	APLICACIÓN.....	47
8.3	POTENCIAL	48
8.3.1	GENERAL	48
8.3.2	POTENCIAL SUPERFICIAL.....	48
8.3.3	POTENCIAL ESPACIAL.....	49
8.4	CARGA.....	50



8.5	DENSIDAD DE CARGA	51
8.5.1	DENSIDAD DE CARGA SUPERFICIAL	51
8.5.2	DENSIDAD DE CARGA VOLUMÉTRICA.....	51
8.6	DECAIMIENTO DE CARGA	52
8.7	RESISTENCIA Y RESISTIVIDAD	53
8.8	CAPACIDAD DE ALMACENAR CARGAS	54
8.9	CORRIENTE	55
8.10	ENERGÍA EN LA DESCARGA CAPACITIVA.....	56
8.11	ENERGÍA DE IGNICIÓN	56
8.11.1	GENERAL	56
8.11.2	ENERGÍA EQUIVALENTE	58
8.12	CARGA TRANSFERIDA EN DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS.....	58
8.12.1	GENERAL	58
8.12.2	ELECTRODO DE DESCARGA	61
8.12.3	CIRCUITO DE MEDICIÓN	61
8.12.4	ARREGLOS ALTERNATIVOS PARA MEDICIÓN DE TRANSFERENCIA DE CARGA.	62
8.13	CAPACITANCIA.	63
8.14	RIGIDEZ DIELECTRICA	63



INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA 4.2 - EJEMPLO DE SERIE TRIBOELÉCTRICA	20
FIGURA 4.3 - CARGA POR INDUCCIÓN	22
FIGURA 4.4 – TRANSFERENCIA DE CARGAS POR CONDUCCIÓN CUANDO LOS OBJETOS 1 Y 2 SON CONDUCTORES.....	23
FIGURA 4.5 - CIRCUITO ELÉCTRICO EQUIVALENTE DE UN CONDUCTOR CARGADO ELECTROSTÁTICAMENTE	25
TABLA 4.7.2 - VALORES TÍPICOS DE CAPACIDADES ELÉCTRICAS.....	27
FIGURA 5.3.7.4 - EJEMPLOS DE FORMAS DE ONDA DE DESCARGAS POR FROTAMIENTO, MEDIDAS CON UN OSCILOSCOPIO RÁPIDO DE ALMACENAMIENTO DIGITAL.....	37
TABLA 5.4 - NIVELES DE PERCEPCIÓN TÍPICOS Y RESPUESTAS FÍSICAS DE LAS PERSONAS A LAS DESCARGAS, BASADAS EN LA CAPACIDAD DE UN CUERPO DE 200 PF.....	38
FIGURA 5.5- CIRCUITO PARA SIMULACIÓN DE DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS.....	39
TABLA 5.5.5 - VALORES TÍPICOS USADOS EN MODELOS DE SIMULACIÓN ESD	41
FIGURA 8.2.1 – A - Sonda.....	46
FIGURA 8.2.1 – B -MOLINO DE CAMPO	46
FIGURA 8.12.1- ARREGLOS BÁSICOS PARA MEDICIÓN DE CARGA TRANSFERIDA EN DESCARGAS ELECTROSTÁTICAS CON CIRCUITOS DE MEDICIÓN ALTERNATIVOS	60
FIGURA 8.12.3 -TRAZOS TENSIÓN/ TIEMPO DEL OSCILOSCOPIO	62



INTRODUCCIÓN

El filósofo Tales de Mileto, alrededor del año 624 a.C., descubrió y describió un fenómeno, que hoy llamamos electrostático. Muchos científicos continuaron con los estudios, no obstante recién en los últimos tiempos se comprenden con mayor claridad los efectos de acumulación de cargas sobre personas y cosas, así como las descargas electrostáticas.

Estas manifestaciones se debieron en gran medida, a la incorporación masiva de materiales sintéticos, para aplicación en la construcción de viviendas e instalaciones industriales, médicas y el uso masivo en la fabricación de vestimenta y calzado, tanto en actividades laborales como en la vida cotidiana.

Los efectos indeseables de la acumulación de cargas pueden ser, entre otros, daño directo a componentes electrónicos sensibles, incendios, explosiones, shock en las personas que puede inducir a accidentes propios o a terceros, daño a pacientes en áreas críticas hospitalarias, e incluso el aumento de patologías ya señaladas en textos médicos.

Esta generalización de los efectos perjudiciales en tantas áreas requiere profundizar el estudio de las particularidades que presenta la electrostática para especificar adecuadamente materiales, instalaciones, equipamientos, dispositivos y procedimientos, e incluso incorporar a las cargas estáticas como un contaminante físico importante en la consideración de contingencias ambientales y accidentes de trabajo.

Este reporte técnico desarrolla aspectos de la electrostática para dar al usuario una visión de respaldo, principios, métodos de medición y aplicaciones industriales. Todo en conformidad con las publicaciones de IEC TC 101.



1 OBJETO

Esta parte de la AEA 91340, describe los principios fundamentales de los fenómenos electrostáticos incluyendo la generación de cargas, la retención y disipación en descargas electrostáticas.

Los métodos de medición de los fenómenos electrostáticos y las propiedades de los materiales se describen en un modo general.

Se presentan someramente los riesgos y problemas asociados con los fenómenos electrostáticos y principios para su control.

Se resumen las aplicaciones útiles de la electrostática

El propósito de este reporte técnico es servir como una referencia para el desarrollo de normas relacionadas con la electrostática, y proveer una guía a sus usuarios finales.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en conjunto o en parte, están normativamente referenciados en este documento y son indispensables para su aplicación. Para las referencias con fecha, sólo se aplican las ediciones citadas. Para las que no tienen fecha, se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

IEC 60068-1, *Environmental testing- Part 1: General and guidance*

IEC 60079-1-1:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres- Part 1-1:Flame proof enclosures "d"- Method of test ascertainment of maximal experimental safe gap*

IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres – Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres.*

IEC 60079-10-2, *Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Combustible dust atmospheres*

IEC 60079-12: 2002 *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres- PART 12: Classification of mixtures of gases or vapours with air according to their maximum safe gaps and minimum igniting currents.*

IEC 60079-17, *Explosive atmospheres- Part 17: Electrical installations inspection and maintenance*

IEC 60079-20:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres- Part20: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus*

IEC 60243-1, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 1: Test at power frequencies*

IEC 60243-2, *Electrical strength of insulating materials – Test methods – Part 2: Additional requirements for tests using direct voltage*