

*ANSI/ESD S20.20-2007*  
*Revisión del ANSI/ESD S20.20-1999*

*ANSI/ESD S20.20-2007*

# *ESD Association Standard*

*Para el Desarrollo de un Programa  
de Control de Descargas Electrostáticas  
para -*

*Protección de Partes Eléctricas y  
Electrónicas, Ensamblés y Equipo  
(Excluyendo Dispositivos Explosivos  
Iniciados Eléctricamente)*



*Electrostatic Discharge Association  
7900 Turin Road, Bldg. 3  
Rome, NY 13440*

*Un Estandar Nacional Americano  
Aprobado Marzo 1, 2007*

***Estándar de la Asociación ESD para  
el Desarrollo de un Programa de  
Control de Descargas Electrostáticas  
para -***

***Protección de Partes Eléctricas y  
Electrónicas, Ensamblajes y Equipo  
(Excluyendo Dispositivos Explosivos  
Iniciados Eléctricamente)***

Aprobado en Febrero 11, 2007  
Asociación ESD



## **ADVERTENCIA**

Los estándares y publicaciones de la Asociación ESD (ESDA) están diseñados para servir al interés del público al eliminar malos entendidos entre los fabricantes y los compradores, facilitando el intercambio y mejora de los productos, asistiendo al comprador en seleccionar y obtener el producto adecuado para sus necesidades particulares. La existencia de dichos estándares y publicaciones no excluirá de ninguna manera a cualquier miembro ó no-miembro de la Asociación de la manufactura ó venta de productos que no se conformen a dichos estándares y publicaciones. El hecho que un estándar ó publicación sea publicado por la Asociación tampoco excluye su uso voluntario por no-miembros de la Asociación ya sea doméstica ó internacionalmente. Los estándares y publicaciones recomendados son adoptados por la Asociación ESD de acuerdo con la política de Patente ANSI.

Interpretaciones de los Estándares de la Asociación ESD: La interpretación de los estándares con respeto a un producto ó fabricante específico es un asunto propio de concernencia para la compañía individual y no será compromiso de acción para ninguna persona actuando de parte de la Asociación ESD. El Presidente de los Estándares de la Asociación ESD podrá hacer comentarios limitados a una explicación ó clarificación del lenguaje técnico ó provisiones en un estándar, pero no relacionados a su aplicación a productos y fabricantes específicos. Ninguna otra persona está autorizada para comentar de parte de la Asociación ESD en cualquiera de los Estándares de la Asociación ESD.

## **RENUNCIA DE GARANTIAS**

LOS CONTENIDOS DE LOS ESTANDARES Y PUBLICACIONES DE LA ASOCIACION ESD SON PROPORCIONADOS "COMO SON," Y LA ASOCIACION DE ESD NO HACE REPRESENTACIONES NI GARANTIAS, EXPRESAS O IMPLICITAS, DE NINGUN TIPO CON RESPECTO A DICHOS CONTENIDOS. LA ASOCIACION ESD DESCONOCE TODAS LAS REPRESENTACIONES Y GARANTIAS, INCLUYENDO SIN LIMITACION, GARANTIAS DE MERCANTABILIDAD, CONVENIENCIA PARA ALGUN PROPOSITO EN PARTICULAR O USO, TITULO O NO-INFRACCION.

DESCONOCIMIENTO DE GARANTIA: LOS ESTANDARES DE LA ASOCIACION ESD Y SUS PUBLICACIONES SON CONSIDERADAS TECNICAMENTE CORRECTAS AL MOMENTO QUE FUERON APROBADAS PARA SU PUBLICACION. ESTOS NO SON SUSTITUTOS PARA EL JUICIO DEL VENDEDOR DE UN PRODUCTO O SU USUARIO CON RESPECTO AL PRODUCTO EN CUESTION, Y LA ASOCIACION ESD NO GARANTIZA EL DESEMPEÑO DEL PRODUCTO DE CUALQUIER FABRICANTE INDIVIDUAL POR VIRTUD DE DICHOS ESTANDARES O PUBLICACIONES. POR LO TANTO, LA ASOCIACION ESD EXPRESAMENTE DESCONOCE CUALQUIER RESPONSABILIDAD POR LOS DAÑOS QUE SURGAN POR EL USO, APLICACIÓN O DEPENDENCIA DE OTROS EN LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTOS ESTANDARES O PUBLICACIONES.

LIMITACION DE RESPONSABILIDAD DE LA ASOCIACION ESD: NI LA ASOCIACION ESD NI SUS MIEMBROS, OFICIALES, EMPLEADOS U OTROS REPRESENTANTES SERAN RESPONSABLES POR DAÑOS QUE SURGAN DE O EN CONECCION CON EL USO O MAL USO DE LOS ESTANDARES ESD O PUBLICACIONES, AUN CUANDO SE AVISE DE UNA POSIBILIDAD DE ESTOS. ESTA ES UNA LIMITACION DE RESPONSABILIDAD INCLUSIVA QUE APLICA A TODOS LOS DAÑOS DE CUALQUIER TIPO, INCLUYENDO SIN LIMITACIONES, PERDIDA DE INFORMACION, INGRESO O GANANCIA, PERDIDA O DAÑO A PROPIEDADES Y RECLAMACIONES DE TERCERAS PERSONAS.

Publicado por:

**Electrostatic Discharge Association**  
**7900 Turin Road, Bldg. 3**  
**Rome, NY 13440-2069**

Marca Registrada © 2007 por la Asociación ESD  
Derechos Reservados

Ninguna parte de esta publicación será reproducida en ninguna forma, en un sistema electrónico de búsqueda ó de cualquier otra manera, sin el previo consentimiento por escrito del editor.

Impreso en los Estados Unidos de América.

ISBN: 1-58537-006-1

(Este prefacio no es parte del ANSI/ESD S20.20-2007)

## PREFACIO

Este estándar cubre los requerimientos necesarios para diseñar, establecer, implementar y mantener un Programa de Control para las Descargas Electroestáticas (ESD) para las actividades de: Manufactura, proceso, ensamble, instalación, empaque, etiquetado, servicio, prueba, inspección ó manejo de partes eléctricas ó electrónicas, ensambles y equipo susceptible a daño por descargas electroestáticas mayores ó iguales a 100 volts Modelo del Cuerpo Humano (HBM). Este documento cubre los requerimientos del programa de control de ESD y ofrece una guía para establecer un programa de manejo de dispositivos sensibles a ESD (ESDS), basado en la experiencia histórica de las organizaciones militares y comerciales. Las referencias incluyen, la Asociación ESD, Milicia de los Estados Unidos y estándares aprobados por ANSI para propiedades de materiales y métodos de prueba. Los principios fundamentales del control de ESD que forman las bases para este documento son:

- A. Todos los conductores en el medio ambiente, incluyendo al personal, deberán ser unidos ó conectados eléctricamente y puestos a una tierra conocida ó tierra creada (como en el caso de una aeronave o un buque). Esta unión crea un balance equipotencial entre todos los artículos y el personal. La protección electrostática puede ser mantenida a un potencial arriba de un potencial de voltaje de tierra “cero” mientras que todos los artículos en un sistema estén en el mismo potencial.
- B. Los materiales no-conductores necesarios en el medio ambiente de trabajo no pueden perder su carga electrostática por una conexión a tierra. Los sistemas de ionización proveen neutralización de las cargas en estos artículos no-conductores necesarios (materiales de tableros de circuitos y algunos empaques de dispositivos son ejemplos de no-conductores necesarios). Una evaluación de riesgo ESD creada por cargas electrostáticas en los no-conductores necesarios en el área de trabajo es requerida para asegurar que las acciones apropiadas son implementadas, de acuerdo al riesgo a los componentes sensibles a descargas electrostáticas (ESDS).
- C. La transportación de dispositivos ESDS fuera de un área Protegida ESD (referida posteriormente como “Área Protegida” EPA) requiere de un empaque con materiales protectores de estática, aunque el tipo de materiales depende de la situación y del destino. Dentro de una EPA, materiales de baja emisión de carga y disipativos de estática pueden proveer la protección adecuada. Fuera del EPA, materiales de baja emisión de carga y de blindaje a las descargas estáticas son recomendados. Mientras que estos materiales no se discuten en este documento, es importante reconocer las diferencias en su aplicación. Para mas clarificación, ver el ANSI/ESD S541.

Cualquier movimiento relativo y separación física de materiales o flujo de sólidos, líquidos o gases con partículas pueden generar cargas electrostáticas. Las fuentes comunes de ESD incluyen al personal, artículos hechos con materiales comunes poliméricos y el equipo de fabricación. El daño ESD puede ocurrir cuando:

- i) Un objeto cargado entra en contacto con un dispositivo ESDS, o
- ii) Un dispositivo ESDS es aterrizado mientras está expuesto a un campo electrostático.

Ejemplos de partes ESDS son microcircuitos, semiconductores discretos, resistencias de película delgada o gruesa, dispositivos híbridos, tarjetas de circuito impresos y cristales piezoeléctricos. Es posible determinar la susceptibilidad de los dispositivos y sus partes al exponerlos a eventos ESD simulados. El nivel de sensibilidad, determinado por las pruebas utilizando eventos ESD simulados, no necesariamente se relaciona al nivel de sensibilidad en una situación de la vida real. Sin embargo, son utilizados para establecer una base de datos de susceptibilidades para poder comparar a los dispositivos con números de parte equivalentes de diferentes fabricantes. Tres diferentes modelos son utilizados para la caracterización de componentes electrónicos: Modelo del Cuerpo Humano (HBM), Modelo de Maquina (MM), y Modelo de Dispositivo Cargado (CDM).

Este documento fue diseñado originalmente como ANSI/ESD S20.20-1999 y aprobado el 4 de Agosto de 1999. El ANSI/ESD S20.20-1999 fue preparado por el Comité de Conversión 20.20 Mil-Std 1686. El documento ANSI/ESD S20.20-2007 es una revisión del ANSI/ESD S20.20-1999 y fue preparada por el Equipo de Transcripción S20.20, que consta de los siguientes miembros:

Ron Gibson  
Celestica

Steve Gerken  
USAF

John T. Kinnear Jr.  
IBM

Las siguientes personas realizaron contribuciones significativas a este documento:

Jeremy Smallwood  
Electrostatic Solutions Ltd.

Reinhold Gaertner  
Infineon Technologies

Al momento de que la version S20.20-1999 fue preparada, el Comite de Conversion 20.20 Mil-Std 1686 se componia de los siguientes miembros:

Steve Gerken, Co-Chairman  
USAF

Dave Leeson, Co-Chairman  
Motorola SSTG

David E. Swenson  
3M

Anthony Klinowski  
Boeing

Garry McGuire  
NASA  
(Hernandez Engineering)

Ron Gibson  
Celestica

Thomas Mohler  
Raytheon Systems Corporation

Las siguientes personas realizaron contribuciones significativas a este documento:

Ronald L. Johnson  
Intel

Robert Parr  
Consultant

Joel Weidendorf  
Consultant

Donald E. Cross  
USN

Sheryl Zayic  
Boeing

Robert Cummings  
NASA

Jeffrey Scanlon  
ASC

John T. Kinnear Jr.  
IBM

Ralph Myers  
ASC

Las siguientes personas ayudaron con la traducción al español de este documento:

Roberto Martínez Santana  
Asociación ESD de México

Matias Aliseda Llera  
Estatec

---

**TABLA DE CONTENIDOS**

<b>1.0 PROPOSITO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.0 ALCANCE .....</b>	<b>1</b>
<b>3.0 PUBLICACIONES DE REFERENCIA .....</b>	<b>1</b>
<b>4.0 DEFINICIONES .....</b>	<b>2</b>
<b>5.0 SEGURIDAD PERSONAL .....</b>	<b>2</b>
<b>6.0 PROGRAMA DE CONTROL DE ESD .....</b>	<b>2</b>
6.1 Requisitos del Programa de Control de ESD .....	2
6.2 Gerente o Coordinador del Programa de Control de ESD .....	2
6.3 Adecuación.....	2
<b>7.0 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS DEL PROGRAMA DE CONTROL ESD .....</b>	<b>3</b>
7.1 Plan del Programa de Control de ESD .....	3
7.2 Plan de Entrenamiento .....	3
7.3 Plan de Verificación de Cumplimiento .....	3
<b>8.0 REQUISITOS TÉCNICOS DEL PROGRAMA DE CONTROL DE ESD .....</b>	<b>4</b>
8.1 Aterrizamiento / Sistemas de Unión Equipotencial .....	4
8.2 Aterrizamiento de Personal .....	4
8.3 Áreas Protegidas ESD (EPAs) .....	5
8.4 Empaque .....	6
8.5 Marcado .....	6
<b>ANEXO A – CONSIDERACIONES ADICIONALES AL PROCESO .....</b>	<b>9</b>
<b>ANEXO B – PRUEBA DE SENSIBILIDAD A ESD .....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXO C – DOCUMENTOS RELACIONADOS .....</b>	<b>13</b>

**TABLAS**

TABLA 1 Aterrizamiento / Requerimientos de Unión Equipotencial .....	4
TABLA 2 Requisitos de aterrizamiento del Personal.....	5
TABLA 3 Artículos para Control de ESD en EPAs .....	7
TABLA 4 Referencias de pruebas de Susceptibilidad ESD para Dispositivos .....	11
TABLA 5 Referencias de pruebas de Susceptibilidad ESD para Ensamblajes y Equipo .....	12

Estándar de la Asociación ESD para el Desarrollo de un Programa de Control de Descargas Electroestáticas para la Protección de Partes Eléctricas y Electrónicas, Ensamblados y Equipo (Excluyendo Dispositivos Explosivos Iniciados Eléctricamente)

## **1.0 PROPOSITO**

El propósito de este Estándar es proveer requisitos técnicos y administrativos para el establecimiento, implementación y mantenimiento de un Programa para el Control de ESD (posteriormente referido como el "Programa").

## **2.0 ALCANCE**

Este documento aplica a las actividades de manufactura, proceso, ensamble, instalación, empaque, etiquetado, servicio, prueba, inspección ó cualquier otro manejo de partes eléctricas ó electrónicas, ensamblados y equipo susceptible a daños por descargas electroestáticas mayores o iguales a 100 volts HBM. Las actividades que manejen dispositivos que sean susceptibles a menos de 100 volts HBM, podrán requerir elementos de control adicionales o ajuste en los límites. Los procesos diseñados para manejar dispositivos que tengan una sensibilidad a ESD menor a 100 volts HBM, pueden declarar conformidad con este estándar. Este documento no aplica a los dispositivos explosivos iniciados eléctricamente, líquidos inflamables ó pólvora.

## **3.0 PUBLICACIONES DE REFERENCIA**

A menos que se especifique de otra manera, los siguientes documentos de la última publicación, revisión ó corrección, forman parte de este estándar hasta la extensión que aquí se especifique:

EOS/ESD ADV 1.0 Glosario de Términos de la Asociación EOS/ESD <sup>1</sup>

ANSI/ESD S1.1, Pulseras de aterrizamiento <sup>1</sup>

ANSI/ESD STM2.1, Prendas de vestir <sup>1</sup>

ANSI EOS/ESD S 3.1 Ionización <sup>1</sup>

ANSI/ESD SP3.3, Verificación Periódica de Ionizadores <sup>1</sup>

ANSI/ESD S4.1, Superficies de Trabajo – Mediciones de Resistencia<sup>1</sup>

ANSI/ESD STM4.2, Superficies de Trabajo Protectoras de ESD - Características de Disipación de Cargas <sup>1</sup>

ANSI/ESD S6.1, Aterrizamientos<sup>1</sup>

ANSI/ESD S7.1, Materiales de piso – Caracterización de Materiales<sup>1</sup>

ANSI/ESD STM9.1, Calzado – Caracterización Resistiva<sup>1</sup>

ESD SP9.2, Calzado – Caracterización Resistiva de Taloneras<sup>1</sup>

ANSI/ESD STM97.1, Materiales de Piso y Calzado – Medidas de Resistencia en combinación con una Persona<sup>1</sup>

ANSI/ESD STM97.2, Materiales de Piso y Calzado – Medidas de Voltaje en combinación con una Persona <sup>1</sup>

ESD TR53, Verificación de Cumplimiento de Equipo y Materiales Protectores de ESD<sup>1</sup>

ANSI/ESD STM12.1, Sillas – Medición Resistiva<sup>1</sup>

ANSI/ESD S541, Materiales de Empaque para artículos Sensibles a ESD<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> ESD Association, 7900 Turin Road, Bldg. 3, Ste. 2, Rome, NY 13440-2069, 315-339-6937

## **4.0 DEFINICIONES**

Los términos utilizados en el contenido de este documento están de acuerdo con las definiciones encontradas en el Glosario de Términos ESD ADV 1.0, Glosario de Términos de la Asociación de ESD.

## **5.0 SEGURIDAD PERSONAL**

Los procedimientos y equipos descritos en este documento pueden exponer al personal a condiciones eléctricas riesgosas. Los usuarios de este documento son responsables de seleccionar el equipo que cumpla con las leyes aplicables, códigos de regulación y políticas internas y externas. Los usuarios son advertidos que este documento no puede sustituir o reemplazar ningún requerimiento para la seguridad personal.

Interruptores de circuito de falla de tierra y otras protecciones de seguridad deberán ser consideradas en cualquier lugar donde el personal se encuentre en contacto con fuentes eléctricas.

Las prácticas para reducción del riesgo eléctrico deben ser ejercidas y las instrucciones para el aterrizamiento adecuado del equipo deberán ser seguidas.

## **6.0 PROGRAMA DE CONTROL DE ESD**

### **6.1 Requisitos del Programa de Control de ESD**

El Programa deberá incluir tanto los Requisitos Administrativos como los Técnicos como se describen aquí. El nivel más sensible de los dispositivos a ser manejados, de acuerdo con el Programa, deberá ser documentado. La Organización deberá establecer, documentar, implementar, mantener y verificar el cumplimiento del Programa de acuerdo con los requisitos de este documento.

### **6.2. Gerente o Coordinador del Programa de Control de ESD**

Un Gerente o Coordinador del Programa de Control de ESD deberá ser designado por la Organización para verificar el cumplimiento del Programa de acuerdo con los requerimientos de este documento.

### **6.3. Adecuación**

Este documento, o porciones de este, podrán no ajustarse a todas las aplicaciones. La adecuación es lograda al evaluar la aplicación de cada requisito para una aplicación específica.

Cuando se completa la evaluación, algunos requisitos pueden ser añadidos, modificados ó eliminados. La adecuación de decisiones, incluyendo la razón fundamental y justificaciones técnicas, deberá ser documentada en el Plan del Programa de Control de ESD.

## **7.0 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS DEL PROGRAMA DE CONTROL DE ESD**

### **7.1 Plan del Programa de Control de ESD**

La Organización preparará un Programa Plan de Control ESD dirigido a cada uno de los requisitos del Programa. Esos requisitos incluyen:

- Entrenamiento
- Verificación del Cumplimiento
- Aterrizamiento/Sistemas de Unión Equipotencial
- Aterrizamiento de Personal
- Requerimientos de una EPA
- Sistemas de Empaque
- Marcado

El Plan del Programa de Control de ESD es el principal documento para implementar y verificar el Programa. La meta es un plan totalmente implementado e integrado que se conforme a los requisitos del sistema de calidad interna. El Plan de Programa de Control de ESD deberá aplicarse a todas las facetas aplicables del trabajo de la Organización.

## **7.2 Plan de Entrenamiento**

Un entrenamiento inicial y recurrente de concientización en ESD deberá ser proporcionado a todo el personal que maneje o este en cualquier tipo de contacto con dispositivos ESDS. El entrenamiento inicial deberá ser proporcionado antes de que el personal maneje dispositivos ESDS. El tipo y frecuencia del entrenamiento para el personal deberá ser definido en el Plan de Entrenamiento. El Plan de Entrenamiento deberá incluir un requerimiento para el mantenimiento de los registros de entrenamiento de los empleados y deberá documentar donde se almacenan los registros. Los métodos de entrenamiento y el uso de técnicas específicas serán a discreción de la Organización. El plan de entrenamiento deberá incluir los métodos utilizados por la Organización para verificar la comprensión del entrenamiento y la adecuación de este.

## **7.3 Plan de Verificación al Cumplimiento**

Un Plan de Verificación al Cumplimiento deberá ser establecido para asegurar el cumplimiento de los requisitos técnicos del Plan del Programa de Control de ESD de la Organización. Un proceso de monitoreo (mediciones) deberán ser realizadas de acuerdo con el Plan de Verificación al Cumplimiento que identifique los requerimientos técnicos a ser verificados, los límites de las medidas y la frecuencia con la cual las verificaciones deberán ocurrir. El Plan de Verificación al Cumplimiento deberá documentar los métodos de prueba y el equipo utilizado para los procesos de monitoreo y medición. Si los métodos de prueba utilizados por la Organización difieren de cualquiera de los estándares mencionados en este documento, entonces debe haber una declaración de la adecuación documentada como parte del Plan de Programa de Control de ESD. Los registros de verificación al cumplimiento deberán ser establecidos y mantenidos para proporcionar evidencia de conformidad con los requerimientos técnicos.

El equipo de prueba seleccionado deberá ser capaz de realizar las mediciones definidas en el Plan de Verificación al Cumplimiento.

## **8.0 REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL PLAN DE PROGRAMA DE CONTROL DE ESD**

Las siguientes secciones, Secciones 8.1 a 8.5, describen los principales requerimientos técnicos utilizados en el desarrollo de un Programa de Control de ESD.

Los límites requeridos están basados en los métodos de prueba o estándares listados en cada tabla. El Plan de Verificación al Cumplimiento deberá documentar los métodos utilizados para verificar los límites.

### **8.1 Aterrizamiento / Sistemas de Unión Equipotencial**

El Aterrizamiento / Sistemas de Unión Equipotencial deberá ser utilizado para asegurar que los dispositivos ESDS, el personal y cualquier otro conductor (ej. Equipo móvil) se encuentran en el mismo potencial eléctrico. Un proceso de implementación deberá ser seleccionado de la Tabla 1.

Tabla 1. Aterrizamiento / Requerimientos de Unión Equipotencial

Requerimientos Técnicos	Proceso de Implementación	Método de Prueba	Límite(s) Requerido(s)
Aterrizamientos / Sistemas de Unión (Bonding)	Conductor para Aterrizamiento del Equipo	ANSI/ESD S6.1	< 1.0 ohm de impedancia
	Tierra Auxiliar	ANSI/ESD S6.1	< 25 ohm al Conductor para Aterrizamiento del Equipo
	Unión Equipotencial (Bonding)	ANSI/ESD S6.1	< 1.0X10 <sup>9</sup> ohm <sup>1</sup>

<sup>1</sup> La resistencia máxima entre cualquier elemento técnico ESD y el punto común de conexión.

## 8.2 Aterrizamiento del Personal

Todo el personal deberá estar unido ó conectado eléctricamente a tierra ó al sistema de unión equipotencial cuando manejen dispositivos ESDS. El o los métodos de aterrizamiento del personal deberá(n) ser seleccionados de la Tabla 2.

**NOTA: El uso de prendas de vestir para lograr el aterrizamiento del personal deberá ser documentado en el Plan del Programa de Control de ESD. La prenda deberá ser eléctricamente conductiva de una manga a la otra y deberá cumplir con los requerimientos de resistencia del sistema en la Nota 2 en la Tabla 2.**

Cuando el personal se encuentre sentado en una estación de trabajo protegida de ESD, deberán estar conectados a tierra / sistema de unión equipotencial, a través de un sistema de pulsera de aterrizamiento.

Para operaciones de pie, el personal deberá estar aterrizado a través de un sistema de pulsera de aterrizamiento o por un sistema de piso-calzado. Cuando un sistema de piso-calzado es utilizado, una de las siguientes dos condiciones deberá cumplirse:

- Cuando la resistencia total del sistema (de la persona, a través del calzado y el piso hacia tierra / sistema de unión equipotencial) sea menor a  $3.5 \times 10^7$  ohms, el Método 1 deberá ser seguido (ver Tabla 2)
- Cuando la resistencia total del sistema (de la persona, a través del calzado y el piso hacia tierra / sistema de unión equipotencial) sea mayor a  $3.5 \times 10^7$  ohms y menor a  $1 \times 10^9$  ohms, el Método 2 deberá ser seguido (ver Tabla 2).

Tabla 2. Requerimientos para el Aterrizamiento del Personal

Requerimientos Técnicos para el Aterrizamiento del Personal	Calificación del Producto <sup>1</sup>		Verificación de Cumplimiento	
	Método de Prueba	Límite(s) requerido(s)	Método de Prueba	Límite(s) requerido(s)
Sistema de pulsera de Aterrizamiento <sup>2</sup>	ANSI/ESD S1.1 (Sección 5.10)	$0.8 \times 10^6$ a $1.2 \times 10^6$ ohms	ESD TR53 Sección de Pulseras	< $3.5 \times 10^7$ ohms
Sistema de Piso / calzado Método 1	ANSI/ESD STM97.1	< $3.5 \times 10^7$ ohms	ESD TR53 Sección de Piso	< $3.5 \times 10^7$ ohms
			ESD TR53 Sección de Calzado	< $3.5 \times 10^7$ ohms
Sistema de Piso / calzado Método 2 (se requieren ambos)	ANSI/ESD STM97.1	< $10^9$ ohms	ESD TR53 Sección de Piso	< $1.0 \times 10^9$ ohms
	ANSI/ESD STM97.2	< 100 volts	ESD TR53 Sección de Calzado	< $1.0 \times 10^9$ ohms

<sup>1</sup> La calificación del Producto es comúnmente conducida durante la selección inicial de los productos y materiales para control de ESD. Cualquiera de los siguientes métodos puede ser utilizado: revisión de especificaciones del producto, evaluación de laboratorio independiente o evaluación de laboratorio interno.

<sup>2</sup> Para situaciones donde una prenda de vestir ESD es utilizada como parte del sistema de aterrizamiento de la pulsera, la resistencia total del sistema incluyendo a la persona, prenda y cable de aterrizamiento, deberá ser menor a  $3.5 \times 10^7$  ohms.

### 8.3 Áreas protegidas ESD (EPAs)

El manejo de partes ESDS, ensambles ó equipo sin una cubierta protectora ó empaque ESD deberá ser realizado en una EPA. Antes de la entrada a la EPA, se colocaran señales visibles y claras de precaución para el personal, indicando la existencia de una EPA.

**NOTA: Un EPA puede consistir en una estación de trabajo individual, un cuarto entero o un edificio completo.**

El acceso a una EPA deberá estar limitado al personal que haya completado apropiadamente el entrenamiento ESD.

El personal sin entrenar deberá ser acompañado por personas entrenadas en control de ESD mientras se encuentren en una EPA.

Con la finalidad de mitigar los daños causados por inducción de campo CDM, el programa de ESD deberá incluir un plan para el manejo de materiales aislantes requeridos en el proceso. Si el campo excede los 2,000 volts/pulgada, se deberá tomar cualquiera de los 2 pasos:

- A) Separar el aislante del dispositivo sensitivo a ESD a una distancia de 30 cm. (12 pulgadas); o
- B) Utilizar ionización u otras técnicas de disminución de cargas para neutralizarlas.

**NOTA: La medición exacta de campos electrostáticos requiere que la persona que esté realizando la medición esté familiarizada con la operación del equipo de medición. La mayoría de los medidores de mano requieren que la lectura sea tomada a una distancia fija del objeto. Asimismo, normalmente se especifica que el objeto tenga una dimensión de un tamaño fijo para poder obtener una medición correcta.**

Todos los aislantes no necesarios, tales como tazas de café, envolturas de comida y artículos personales, deberán ser removidos de la estación de trabajo o cualquier operación donde se manejen dispositivos ESDS sin protección.

Una EPA deberá ser establecida dondequiera que se estén manejando productos ESDS. Sin embargo, hay diferentes maneras para establecer controles de ESD dentro de una EPA. La Tabla 3 enlista algunos de los controles opcionales que pueden ser utilizados para controlar la electricidad estática. Para aquellos artículos de control de ESD que sean seleccionados en el Programa de Control de ESD, los limites requeridos y métodos de prueba para los artículos se convierten en obligatorios.

Tabla 3. Control de artículos ESD en una EPA

Requerimiento Técnico	Artículo para control de ESD	Calificación del Producto <sup>1</sup>		Verificación de Cumplimiento	
		Método de Prueba	Límite(s) requerido(s) <sup>2</sup>	Método de Prueba	Límite(s) requerido(s)
EPA	Superficie de Trabajo	ANSI/ESD S4.1 y/o ANSI/ESD STM4.2	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms y/o < 200 volts	ESD TR53 sección de Superficie de Trabajo	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms resistencia a tierra
	Cordón de la pulsera de aterrizamiento	ANSI/ESD S1.1	0.8 X 10 <sup>6</sup> a 1.2 x 10 <sup>6</sup> ohms	Para la verificación del cumplimiento del sistema de pulseras de aterrizamiento, ver la tabla 2.	
	Puño de la pulsera de aterrizamiento	ANSI/ESD S1.1	Interior < 1 x 10 <sup>5</sup> ohms exterior > 1 x 10 <sup>7</sup> ohms		
	Cordón de pulsera Prueba de vida por Flexión	ANSI/ESD S1.1	> de 16,000 ciclos		
	Calzado	ANSI/ESD STM9.1	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms	Ver tabla 2	Ver tabla 2
	Aterrizamientos para el Pie	ESD SP9.2	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms	Ver tabla 2	Ver tabla 2
	Piso	ANSI/ESD S7.1	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms	Ver tabla 2	Ver tabla 2
	Sillas	ANSI/ESD STM12.1	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms	ESD TR53 Sección de sillas	<1 x 10 <sup>9</sup> ohms resistencia a tierra
	Ionización diferente a sistemas de cuarto	ANSI/ESD STM 3.1 - Tiempo de descarga - Voltaje de equilibrio	Definido por el usuario  < ± 50 volts	ESD TR53 - Tiempo de descarga - Voltaje de equilibrio	Definido por el usuario  < ± 50 volts
	Ionización sistemas de cuarto	ANSI/ESD STM 3.1 - Tiempo de descarga - Voltaje de equilibrio	Definido por el usuario  < ± 150 volts	ESD TR53 - Tiempo de descarga - Voltaje de equilibrio	Definido por el usuario  < ± 150 volts
	Repisas	ANSI/ESD S4.1	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms	ESD TR53 Sección de Superficies de Trabajo	<1 x 10 <sup>9</sup> ohms resistencia a tierra
	Equipo móvil Superficies de Trabajo	ANSI/ESD S4.1	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms	ESD TR53 Sección de Equipo Móvil	<1 x 10 <sup>9</sup> ohms resistencia a tierra
	Monitores continuos	Definido por el usuario	Definido por el usuario	ESD TR53 Sección de Monitoreo continuo	Definido por el fabricante
	Prendas de Vestir	Prendas para Control de Estática (ANSI/ESD STM2.1)	<1 X 10 <sup>11</sup> ohms	ESD TR53 Sección de Prendas de Vestir	<1x10 <sup>11</sup> ohms
		Prendas para Control de Estática aterrizables (ANSI/ESD STM2.1)	< 1 X 10 <sup>9</sup> ohms	ESD TR53 Sección de Prendas de Vestir	<1 x 10 <sup>9</sup> ohms
Sistema de Prendas para Control de Estática aterrizables (ANSI/ESD STM2.1)		< 3.5x10 <sup>7</sup> ohms	ESD TR53 Sección de Prendas de Vestir	< 3.5x10 <sup>7</sup> ohms	

<sup>1</sup> La calificación del Producto es comúnmente conducida durante la selección inicial de los productos y materiales para control de ESD. Cualquiera de los siguientes métodos puede ser utilizado: revisión de especificaciones del producto, evaluación de laboratorio independiente o evaluación de laboratorio interno.

<sup>2</sup> Para estándares que tienen múltiples métodos de prueba de resistencia, estos límites aplican a todos los métodos.

<sup>3</sup> Para obtener información adicional sobre las pruebas periódicas de ionizadores, vea el ANSI/ESD SP3.3.

#### **8.4 Empaque**

El empaque de protección de ESD deberá estar de acuerdo con el contrato, la orden de compra, el dibujo o cualquier otra documentación. Cuando no se especifique en la documentación mencionada anteriormente, la organización deberá definir los requerimientos de empaque de protección ESD, tanto dentro como fuera de la EPA de acuerdo al ANSI/ESD S541.

#### **8.5 Marcado**

El sistema de empaque o marcado para dispositivos ESDS, deberá estar de acuerdo a los contratos del cliente, ordenes de compra, dibujos o cualquier otra documentación. Cuando el contrato, ordenes de compra, dibujos o cualquier otra documentación no defina el sistema de empaque y marcado de los dispositivos ESDS, la organización al desarrollar el Plan del Programa de Control de ESD, deberá de considerar la necesidad del marcado. Si se determina que el marcado es requerido, deberá ser documentado como parte del Plan del Programa de Control de ESD.

---

(Este anexo no es parte del ANSI/ESD S20.20-2007)

## ANEXO A – CONSIDERACIONES ADICIONALES DEL PROCESO

Las siguientes secciones proporcionan una guía y un bosquejo de los documentos que están disponibles para ayudar a los usuarios a evaluar productos y equipo de control adicionales. Los usuarios necesitarán desarrollar sus propios criterios de aceptación y verificación del cumplimiento, dado que la industria aun no ha definido los límites de requerimiento para estos artículos.

1. Equipos de Manejo de Materiales Automáticos (ESD SP10.1, Equipos de Manejo de Materiales Automáticos [AHE]). Para demostrar el control de ESD en equipo de manejo de materiales automático, podrá ser necesario medir la resistencia a tierra de los componentes de la maquinaria y monitorear o verificar las cargas electrostáticas sobre los productos en su paso por el equipo. Esto puede proporcionar verificación continua de las medidas a tomar y un método para localizar fuentes de generación de cargas. Esta práctica estándar cubre la resistencia-a-tierra de los componentes de la maquinaria y las fuentes de generación de cargas en equipos de manejo de materiales automáticos.

2. Guantes (ANSI/ESD SP15.1, Practica Estándar para Pruebas de Resistencia En-Uso de Guantes y Dedales). Esta práctica estándar tiene como propósito proporcionar procedimientos de prueba para la medición de la resistencia eléctrica intrínseca de los guantes y dedales; y la resistencia eléctrica de los guantes o dedales y el personal juntos como un sistema. Esta práctica estándar se aplica a todos los guantes y dedales utilizados en control de ESD. Esta práctica estándar proporciona datos que son relevantes en aplicaciones específicas y medio ambiente del usuario.

3. Herramientas Manuales (ESD STM 13.1, Herramientas Manuales Eléctricas para Soldar/Desoldar). Este método estándar de prueba proporciona métodos de prueba para herramientas manuales eléctricas para soldar/desoldar y así poder medir fugas eléctricas y resistencia de la punta-a-punto de referencia de tierra. El método de prueba estándar proporciona parámetros para Sobre Esfuerzo Eléctrico (EOS) para operaciones de soldado seguras. Aun cuando no se discuten ampliamente en el STM13.1, las herramientas manuales de baterías, neumáticas y otras herramientas manuales pueden tener que ser evaluadas.

4. Manual de ESD (TR20.20). El Comité de Estándares de la Asociación de ESD produjo este Manual de ESD para los individuos y organizaciones que se encuentran enfocados al control de las descargas electrostáticas (ESD). Este proporciona una guía que puede ser utilizada para el desarrollo, implementación y monitoreo de un programa de control de descargas electrostáticas de acuerdo con ANSI/ESD S20.20. Este Manual aplica a las actividades que: manufacturan, procesan, ensamblan, instalan, empacan, etiquetan, dan servicio, prueban, inspeccionan o de cualquier otra manera manejan partes eléctricas o electrónicas, ensamblajes y equipo susceptible a daño por descargas electrostáticas mayores o iguales a 100 volts Modelo Cuerpo Humano.

(Este anexo no es parte del ANSI/ESD S20.20-2007)

## ANEXO B – PRUEBAS DE SENSIBILIDAD A ESD

La evaluación de la sensibilidad ESD de partes, ensambles o equipo y sus niveles de protección requerida pueden ser un elemento importante del Programa de Control de ESD. Un método común para establecer los límites de sensibilidad ESD es utilizar uno o más de los tres modelos ESD (HBM, MM y CDM) para la caracterización de los dispositivos electrónicos. La selección de procedimientos de control de ESD específicos o materiales es opción del preparador del Plan del Programa de Control de ESD y deberá estar basada en la evaluación del riesgos y la sensibilidad a las descargas electrostáticas establecida para partes, ensambles y equipo.

Existe literatura técnica y datos de análisis de fallas que indican que las fallas de ESD se deben a una serie de efectos complejos interrelacionados. Algunos de los factores que influyen en la sensibilidad de ESD incluyen la corriente ESD y la sobre energía, el tiempo de subida del evento ESD, el diseño del dispositivo, la tecnología de fabricación y el estilo de empaque del dispositivo. Los dispositivos sensibles a la energía son dañados por corrientes a través de la resistencia de la unión bipolar, la resistencia de protección ó del transistor de protección MOS. Los dispositivos sensibles al voltaje son dañados cuando el voltaje de ruptura a través del óxido de la compuerta (gate) es excedido. Las Pruebas de Sensibilidad ESD de los dispositivos, ya sean realizados utilizando el Modelo de Dispositivo Cargado (CDM), el Modelo de Máquina (MM) ó el Modelo de Cuerpo Humano (HBM), proveen niveles de sensibilidad de ESD para la comparación de un dispositivo a otro utilizando parámetros definidos. La sensibilidad ESD de un dispositivo (definida en volts), puede ser determinada por el uso de cualquiera de los modelos definidos, puede no ser el nivel de voltaje de falla actual en el proceso de manufactura ó el medio ambiente del usuario. La Tabla 4 provee una referencia para varios estándares y métodos de prueba para la prueba de sensibilidad ESD.

### 1. Sensibilidad del Modelo Cuerpo Humano

Una fuente de daño de ESD es el modelo de cuerpo humano cargado, modelado por los estándares de HBM. Este modelo de prueba representa una descarga de la punta del dedo de un individuo de pie transmitida a las terminales conductivas del dispositivo. Esta modelada por un condensador de 100pF descargado a través de un componente de conmutación y una resistencia en serie de 1,500 ohms hacia el dispositivo en prueba. La descarga en sí es una forma de onda exponencial doble con un tiempo de subida de 2-10 nanosegundos y una duración de pulso de aproximadamente 150 nanosegundos. El uso de una resistencia en serie de 1,500 ohms significa que este modelo se aproxima a una fuente de corriente. Todos los dispositivos deben ser considerados como sensibles a HBM. La sensibilidad ESD al HBM de los dispositivos puede ser determinada probando el dispositivo utilizando uno de los métodos de prueba referenciados. Las sensibilidades del HBM pueden ser encontradas en RAC VZAP, Fabricantes Calificados, Lista de Productos (QML-19500) o Lista de Fabricantes Calificados (QML-38535).

### 2. Sensibilidad del Modelo Máquina

Una fuente de daño para el MM es una rápida transferencia de energía de un conductor cargado a las terminales conductivas del dispositivo. Este modelo ESD es un condensador de 200pF descargado a través de un inductor de 500nH directamente al dispositivo sin una resistencia en serie. Debido a la falta de una resistencia limitadora de corriente en serie, este modelo se aproxima a una fuente de voltaje. En el mundo real, este modelo representa una descarga rápida desde los artículos, como una tarjeta de ensamble cargada, cables cargados o el brazo de conducción de un probador automático. La descarga en sí es una forma de onda senoidal decayente, con un tiempo de subida de 5-8 nanosegundos y un período de aproximadamente 80 nanosegundos.

### 3.- Sensibilidad del Modelo Dispositivo Cargado

Una fuente de daño para el CDM es la rápida descarga de energía de un dispositivo cargado. El evento ESD es un dispositivo totalmente dependiente, pero su localización relativa a tierra puede influenciar el nivel de falla en el mundo real.

La suposición para este modelo de prueba es que el dispositivo en sí se ha cargado y una descarga rápida ocurre cuando las terminales conductivas del dispositivo cargado se ponen en contacto con una superficie conductiva, la cual se encuentra a un diferente potencial. Un problema con la preparación de una prueba estándar del CDM es la disponibilidad de los instrumentos apropiados para medir el evento de descarga. El tiempo de subida de la onda es comúnmente menor que 200 picosegundos. El evento completo puede tomar menos de 2.0 nanosegundos. Aunque muy corto en duración, los niveles de corriente pueden alcanzar varias decenas de amperes durante la descarga.

**Tabla 4. Referencias de Prueba de Sensibilidad a ESD para Dispositivos**

Modelo ESD	Estándares ESD y Métodos para Pruebas de Sensibilidad de Dispositivos
HBM	ANSI/ESD STM5.1 MIL-STD-883 Método 3015 MIL-STD-750 Método 1020 MIL-PRF-19500 MIL-PRF-38535
MM	ANSI/ESD-STM5.2
CDM	ANSI/ESD STM5.3.1

## Ensamble, Equipo y Prototipo de Diseño

### 1. Guía de Ensamble, Equipo y Prototipo de Diseño

Los ensambles y equipo deben tener circuitos protectores ó técnicas para cumplir con las metas de diseño deseadas. La determinación de la sensibilidad de ESD de los ensambles y equipo puede ser basada en el modelo de simulación ó pruebas actuales. La Tabla 5 provee una referencia rápida de varios métodos de prueba asociados con pruebas de sensibilidad de ensambles y equipo.

### 2. Pruebas de Contacto Directo, Ensamble Sin Operar, Cuerpo/Dedo ó Mano/Metal

Este modelo puede ser utilizado para verificar que los ensambles no sean dañados durante condiciones no-operativas por contacto directo a la entrada, salida y conexiones de interfase. Este riesgo aplica a todos los tipos de ensambles, ver Tabla 5.

### 3. Pruebas de Contacto Directo de Equipo Operando Mano/Metal

Este modelo puede ser utilizado para verificar que el equipo en operación no será dañado (ó fallas irreversibles van a ser introducidas) por contacto directo del operador a puntos accesibles y a las áreas de superficie expuestas durante el proceso de mantenimiento normal. Este riesgo está limitado al equipo sujeto a ajustes de operador ó actividades de mantenimiento durante la operación, véase la Tabla 5.

### 4. Pruebas de Contacto Indirecto, Modelo de Mobiliario de Equipo en Operación

Este modelo puede ser utilizado para verificar que el equipo operando en un medio ambiente de casa u oficina no será dañado (ó fallas irreversibles van a ser introducidas) por contacto indirecto durante actividades normales realizadas cerca de la proximidad del equipo. Este riesgo se aplica a todos los equipos electrónicos en un medio ambiente de casa u oficina. Véase Tabla 5.

**Tabla 5. Referencias de Prueba de Sensibilidad a ESD para Ensamblajes y Equipo**

<b>Ensamble ESD/Modelo de Equipo</b>	<b>Estándar o Método de Prueba ESD</b>
Cuerpo/Dedo HBM	IEEE STD C62.38 (Sub-ensambles)
Mano/Metal HBM	IEC 61000-4-2 ANSI C63.16 (Equipo)
Modelo de Mobiliario	ANSI C63.16 (Equipo)

---

(Este anexo no es parte del ANSI/ESD S20.20-2007)

## ANEXO C – DOCUMENTOS RELACIONADOS

Los siguientes documentos se enlistan para futuras referencias. Algunos de los documentos pueden haber sido ya cancelados. Sin embargo, este listado provee una referencia de documentos revisados durante la preparación de este estándar.

### Milicia / Gobierno de Estados Unidos

MIL-STD-3010, “Estándar Federal de Métodos de Prueba”

MIL-DTL-117, “Bolsas, Mangas y Tubos – Empaque Interior”

MIL-PRF-81705, “Materiales de Barrera, Flexibles, Libres de Electroestática, Sellables con Calor”

MIL-E-17555, “Equipo Eléctrico y Electrónico, Accesorios, y Artículos Provisionados (Partes para Reparación): Empaque de “

MIL-STD-1686, “Programa de Control de Descargas Electroestáticas para protección de Partes Eléctricas y Electrónicas, Ensamblados y Equipo (Excluyendo Dispositivos Explosivos Iniciados Eléctricamente)”

MIL-HDBK-263, “Manual de Control de Descargas Electroestáticas para Protección de Partes Eléctricas y Electrónicas, Ensamblados y Equipo (Excluyendo Dispositivos Explosivos Iniciados Eléctricamente)”

MIL-MIL-M-38510, “Especificaciones Generales para Microcircuitos Militares”

MIL-P-82646, “Película de Plástico, Conductivos, Sellables con Calor, Flexibles”

MIL-PRF-87893, “Estaciones de Trabajo, Control de Descargas Electroestáticas (ESD)”

MIL-STD-129, “Marcado para Envío y Almacenamiento”

MIL-STD-1285, “Marcado para Partes Eléctricas y Electrónicas”

MMA-1985-79, Revisión 3, “Método de Prueba Estándar para la Evaluación de Generación y Decaimiento de Cargas Tribolétricas

**Estándares de la Industria**

ANSI/IEEE-STD-142, “Libro Verde de IEEE (Prácticas Recomendadas por IEEE para el Aterrizamiento de Sistemas de Poder Comerciales e Industriales)”

JESD 625A, “Requerimientos para Manejo de Dispositivos Sensitivos a Descargas Electroestáticas (ESDS)”

EIA-583, “ Estándares para Material de Empaque para Artículos Sensitivos a la Humedad”

ESD-ADV3.2, “Selección y Aceptación de Ionizadores de Aire”

EDSIL, “Lista de Artículos Sensitivos del Centro de Análisis de Confiabilidad (RAC)”

EIA-471, “Símbolos y Etiquetas para Dispositivos Sensitivos a la Electroestática”

EN 61340-5-1, “Protección de Dispositivos Electrónicos de Fenómenos Electroestáticos – Requerimientos Generales”

IEC 61340-5-1, “Protección de Dispositivos Electrónicos de Fenómenos Electroestáticos – Requerimientos Generales”

VZAP, “Datos de Susceptibilidad a Descargas Electroestáticas”