



IPC J-STD-001G SP

Requisitos de Ensamblés Eléctricos y Electrónicos Soldados

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

Si se produce un conflicto entre la versión en inglés y las versiones traducidas de este documento, la versión en inglés tendrá prioridad.

Desarrollado por el grupo de desarrollo del J-STD-001 incluyendo el grupo de trabajo (5-22a), del Sub-comité de soldadura (5-22) del Comité de ensamble y conexión de IPC (5-20)

Traducido por:

Constantino J. González, ACME, Corp.



Reemplaza:

J-STD-001F WAM1 -
febrero 2016

J-STD-001F - julio 2014

J-STD-001E - abril 2010

J-STD-001D - febrero 2005

J-STD-001C - marzo 2000

J-STD-001B - octubre 1996

J-STD-001A - abril 1992

Se anima a los usuarios de esta publicación que participen en el desarrollo de futuras revisiones.

Contacto:

IPC

Tabla de contenido

1 GENERAL	1	2.4	ASTM	7
1.1 Alcance	1	2.5	Electrostatic Discharge Association	7
1.2 Propósito	1	2.6	International Electrotechnical Commission	7
1.3 Clasificación	1	2.7	SAE International	7
1.4 Unidades de medida y aplicaciones	1	2.8	Military Standards	8
1.4.1 Verificación de las dimensiones	1	3 REQUISITOS PARA MATERIALES,		
1.5 Definición de los requisitos	2	COMPONENTES Y EQUIPOS	8	
1.5.1 Defectos de productos e Indicadores		3.1	Materiales	8
de proceso	2	3.2	Soldadura	8
1.5.2 No-conformidades de materiales y procesos	3	3.2.1	Soldadura – Libre de plomo	8
1.6 Requisitos generales	3	3.2.2	Mantenimiento de la pureza de la soldadura	8
1.7 Orden de prevalencia	3	3.3	Flux	9
1.7.1 Conflicto	3	3.3.1	Aplicación de flux	9
1.7.2 Referencias a cláusulas	3	3.4	Pasta de soldadura	9
1.7.3 Anexos	3	3.5	Preformes de soldadura	9
1.8 Términos y definiciones	3	3.6	Adhesivos	9
1.8.1 Diámetro	3	3.7	Pelacables químicos	10
1.8.2 Disposición	4	3.8	Componentes	10
1.8.3 Espacio eléctrico	4	3.8.1	Daño al componente y el sello	10
1.8.4 FOD (Restos de objetos extraños)	4	3.8.2	Menisco del encapsulado	10
1.8.5 Alto voltaje	4	3.9	Herramientas y equipo para soldar	10
1.8.6 Fabricante (Ensamblador)	4	4 REQUISITOS GENERALES DE SOLDADURA Y		
1.8.7 Evidencia objetiva	4	ENSAMBLE	10	
1.8.8 Control de procesos	4	4.1	Descarga electrostática (ESD)	10
1.8.9 Pericia (habilidad)	4	4.2	Instalaciones	10
1.8.10 Lado de destino de la soldadura	4	4.2.1	Controles ambientales	10
1.8.11 Lado de origen de la soldadura	4	4.2.2	Temperatura y humedad	10
1.8.12 Proveedor	4	4.2.3	Iluminación	11
1.8.13 Usuario	4	4.2.4	Operaciones de ensamble en campo	11
1.8.14 Alambre sobre-enrollado	5	4.3	Soldabilidad	11
1.8.15 Alambre solapado	5	4.4	Mantenimiento de la soldabilidad	11
1.9 Imposición de los requisitos	5	4.5	Eliminación de acabados de la superficie de	
1.10 Pericia (habilidad) del personal	5		componentes	11
1.11 Requisitos de aceptación	5	4.5.1	Eliminación del oro	11
1.12 Requisitos generales de ensamble	5	4.5.2	Eliminación de otros acabados de superficie	
1.13 Requisitos varios/misceláneos	5		metálicos	12
1.13.1 Salud y seguridad	5	4.6	Protección térmica	12
1.13.2 Procedimientos para tecnologías		4.7	Retrabajo de partes sin soldabilidad	12
especializadas	5	4.8	Requisitos de limpieza antes del proceso	12
2 DOCUMENTOS APLICABLES	6	4.9	Requisitos generales del montaje de partes	12
2.1 IPC	6	4.9.1	Requisitos generales	12
2.2 JEDEC	7	4.9.2	Límites de deformación de terminales	12
2.3 Joint Industry Standards	7	4.10	Obstrucción del orificio	13

4.11	Aislamiento de componentes con cuerpo de metal	13	5.5.1	Terminales bifurcados	23
4.12	Limites de cobertura del adhesivo	13	5.5.2	Terminales ranurados	23
4.13	Montaje de componentes sobre componentes (Apilado de componentes)	13	5.5.3	Terminales cilíndricos huecos y de copa - Soldadura	23
4.14	Conectores o áreas de contacto	13	5.6	Cables puente	24
4.15	Manejo de partes	13	5.6.1	Aislamiento	24
4.15.1	Pre calentamiento	13	5.6.2	Ruteado de cables	24
4.15.2	Enfriamiento controlado	13	5.6.3	Retención de los cables	24
4.15.3	Secado/Desgasificación	13	5.6.4	Pista o vía sin popular – Soldadura solapada	24
4.15.4	Materiales y dispositivos de sujeción	13	5.6.5	Orificios metalizados (con soporte)	24
4.16	Soldadura (no de reflujo) a máquina	13	5.6.6	SMT	24
4.16.1	Controles de la Máquina	13	6	MONTAJE Y TERMINACIONES DE TECNOLOGÍA DE ORIFICIOS	25
4.16.2	Fuente de soldadura	14	6.1	Terminaciones de tecnología de orificios – General	25
4.17	Reflujo de soldadura	14	6.1.1	Formado de terminales	25
4.17.1	Soldadura intrusiva (Pasta en orificio)	14	6.1.2	Requisitos para las terminaciones	26
4.18	Conexión de soldadura	14	6.1.3	Corte de terminales	27
4.18.1	Superficies expuestas	15	6.1.4	Conexiones interfaciales	27
4.18.2	Anomalías de conexiones de soldadura	15	6.1.5	Menisco de recubrimiento en la soldadura	27
4.18.3	Conexiones de soldadura escondidas o parcialmente visibles	15	6.2	Orificios con metalización (soporte)	28
4.19	Dispositivos de soldadura termo retráctiles	15	6.2.1	Aplicación de soldadura	28
5	CONEXIONES DE CABLES Y TERMINALES DE POSTE (TDP)	16	6.2.2	Soldadura de terminales en orificio con metalización (soporte)	28
5.1	Preparación de cables y alambres	16	6.3	Orificios sin metalización (soporte)	28
5.1.1	Daño al aislante	16	6.3.1	Requisitos para terminales soldados en orificios sin metalización (soporte)	28
5.1.2	Daño de las hebras del cable	16	7	MONTAJE SUPERFICIAL DE COMPONENTES	29
5.1.3	Estañado de cables con hebras – Formado	17	7.1	Terminales de dispositivos de montaje de superficie	29
5.2	Soldadura de terminales de poste (TDP)	17	7.1.1	Componentes de plástico	29
5.3	Instalación de terminales de poste bifurcadas, torreta y ranurada	17	7.1.2	Preformado	29
5.3.1	Daño al vástago del terminal	17	7.1.3	Dobleces no-intencionados	30
5.3.2	Daño a la base del terminal	17	7.1.4	Paralelismo de encapsulados planos	30
5.3.3	Ángulos del área acampanada de la base	17	7.1.5	Dobleces del terminal de un componente SMT	30
5.3.4	Montaje de terminales – Mecánico	18	7.1.6	Terminales aplanados	30
5.3.5	Montaje de terminales – Eléctrico	18	7.1.7	Componentes no configurados para montaje de superficie	30
5.3.6	Montaje de terminales - Soldadura	18	7.2	Espacio del cuerpo del componente con terminales	30
5.4	Montaje a terminales	18	7.2.1	Componentes con terminales axiales	30
5.4.1	Requisitos generales	18	7.3	Componentes configurados para montaje de terminales Tipo “I” (Butt)	30
5.4.2	Terminales de torreta y pines rectos	20	7.4	Instalación de componentes de montaje de superficie	31
5.4.3	Terminales bifurcados	20	7.5	Requisitos de soldadura	31
5.4.4	Terminales ranurados	22	7.5.1	Componentes desalineados	31
5.4.5	Terminales de gancho	22	7.5.2	Requisitos especiales y no especificados	31
5.4.6	Terminales perforados o punzados	22			
5.4.7	Terminales cilíndricos huecos y de copa - Colocación	23			
5.5	Soldadura a terminales	23			

7.5.3	Terminaciones solo en la parte inferior	32	9.1.8	Daños de circuitos flexibles	54
7.5.4	Componentes chip rectangulares o cuadrados – Terminaciones de 1, 2, 3 o 5 lados	33	9.1.9	Quemaduras	54
7.5.5	Terminaciones cilíndricas	34	9.1.10	Contactos de borde sin soldar	54
7.5.6	Terminaciones almenadas (encastilladas)	35	9.1.11	Burbujas térmicas (Measles)	55
7.5.7	Terminales planos tipo “Alas de gaviota”	36	9.1.12	Burbujas mecánicas (crazing)	55
7.5.8	Terminales tipo “Alas de gaviota” redondos o aplanados (acuñados)	37	9.2	Marcado	55
7.5.9	Terminales tipo “J”	38	9.3	Pandeo y torcido (warpage)	55
7.5.10	Terminaciones en forma de “I” (haciendo tope)	39	9.4	Depanelización	55
7.5.11	Terminales de lengüetas planas (Flat Lug Leads) y Terminales no formadas planas	41	10	RECUBRIMIENTOS, ENCAPSULADOS Y SUJECIÓN (ADHESIVOS)	55
7.5.12	Componentes altos con terminaciones abajo solamente	43	10.1	Barnizado (conformal coating) – Materiales	55
7.5.13	Terminales formados en “L” hacia dentro	44	10.2	Barnizado (conformal coating) – Enmascarado	56
7.5.14	Arreglo cuadrulado de bolas de montaje de superficie (BGA)	45	10.3	Barnizado (conformal coating) – Aplicación	56
7.5.15	Componentes con terminaciones abajo (BTC)	48	10.3.1	Barnizado (conformal coating) en componentes	56
7.5.16	Componentes con terminaciones de plano térmico abajo (D-Pak)	49	10.3.2	Espesor	56
7.5.17	Conexiones de postes aplanados	50	10.3.3	Uniformidad	57
7.5.18	Terminaciones en forma de “P”	51	10.3.4	Transparencia	57
7.6	Terminaciones SMT especializadas	51	10.3.5	Burbujas y vacíos	57
8	REQUISITOS DEL PROCESO DE LIMPIEZA	52	10.3.6	Delaminación	57
8.1	Excepciones de limpieza	52	10.3.7	Restos de objetos extraños (FOD)	57
8.2	Limpieza por ultrasonidos	52	10.3.8	Otras condiciones visuales	57
8.3	Limpieza después de la soldadura	52	10.3.9	Inspección	57
8.3.1	Restos de objetos extraños (FOD)	52	10.3.10	Retrabajo o retoques del barnizado (conformal coating)	57
8.3.2	Residuos de flux y otros contaminantes iónicos u orgánicos	52	10.4	Encapsulado	57
8.3.3	Designador de limpieza después de la soldadura	52	10.4.1	Aplicación	57
8.3.4	Opciones de limpieza	52	10.4.2	Requisitos de desempeño	58
8.3.5	Pruebas de limpieza	52	10.4.3	Retrabajo del material encapsulante	58
8.3.6	Pruebas	53	10.4.4	Inspección del encapsulante	58
9	REQUISITOS DE PCB	54	10.5	Sujeción (Adhesivo)	58
9.1	Daños a tarjetas de circuitos impresos		10.5.1	Sujeción – Aplicación	58
9.1.1	Ampollas/Delaminación.	54	10.5.2	Sujeción – Adhesivo	60
9.1.2	Tejido expuesto/Fibras cortadas	54	10.5.3	Sujeción – Inspección	60
9.1.3	Aureolas	54	11	BANDAS DE TESTIGO (PAR DE APRIETE (TORQUE)/ANTI-MANIPULACIÓN)	60
9.1.4	Delaminación del borde	54	12	ASEGURAMIENTO DEL PRODUCTO	60
9.1.5	Separación de la pista (land)	54	12.1	Metodologías de inspección	60
9.1.6	Reducción en tamaño de la pista (land)/conductor	54	12.1.1	Inspección de verificación del proceso	60
9.1.7	Delaminación de circuitos flexibles	54	12.1.2	Inspección visual	60
			12.2	Requisitos de control de procesos	61
			12.2.1	Determinación de las oportunidades	62
			12.3	Control estadístico de procesos	62

13 RETRABAJO Y REPARACION 62

13.1 Retrabajo 62

13.2 Reparación 62

13.3 Limpieza después del retrabajo/repación 63

APENDICE A Guía para herramientas y equipos de soldar 64

APENDICE B Espacio eléctrico mínimo – Espacio entre conductores eléctricos 66

APENDICE C J-STD-001 Guía sobre evidencias objetivas y compatibilidad de materiales 68

Figuras

Figura 1-1 Sobre-enrollado 5

Figura 1-2 Solapado 5

Figura 4-1 Obstrucción del Orificio 13

Figura 4-2 Ángulos de mojado aceptables 15

Figura 5-1 Espesor del aislante 16

Figura 5-2 Daño a la base 17

Figura 5-3 Ángulos del área acampanada 17

Figura 5-4 Montaje de terminales – Mecánico 18

Figura 5-5 Montaje de terminales – Eléctrico 18

Figura 5-6 Medición del espacio del aislante 18

Figura 5-7 Lazo de servicio para cables 19

Figura 5-8 Ejemplos de alivio de tensión 19

Figura 5-9 Cables en terminal torreta intermedia 19

Figura 5-10 Colocación de cables y terminales de componentes 20

Figura 5-11 Ruteado lateral con enrollado en terminal bifurcado 20

Figura 5-12 Terminal bifurcado ruteado lateral recto a través del terminal con retención. 21

Figura 5-13 Terminal bifurcado conexión de ruteado superior e inferior 21

Figura 5-14 Terminal ranurado 22

Figura 5-15 Colocación en terminal de gancho 22

Figura 5-16 Aceptable – Colocación del cable en terminales punzados o perforados 23

Figura 5-17 Depresión de la soldadura 23

Figura 5-18 Terminales cilíndricos huecos y de copa – Llenado vertical de soldadura 23

Figura 6-1 Ejemplos de alivio de tensión de terminales de componentes 25

Figura 6-2 Doble del terminal 26

Figura 6-3 Corte de terminales 27

Figura 6-4 Ejemplo llenado vertical 28

Figura 7-1 Preformado de terminales de dispositivos de montajes superficial 29

Figura 7-2 Preformado de terminales de dispositivos de montajes superficial 29

Figura 7-3 Terminaciones solo en la parte inferior 32

Figura 7-4 Componentes chip con terminaciones rectangulares o cuadradas 33

Figura 7-5 Terminaciones cilíndricas 34

Figura 7-6 Terminaciones almenadas (encastilladas) 35

Figura 7-7 Terminales planos tipo “alas de gaviota” 36

Figura 7-8 Terminales del tipo “alas de gaviota” redondos o aplanados (acuñados) 37

Figura 7-9 Terminales en forma de “J” 38

Figura 7-10 Butt/I Terminaciones para terminales de tecnología de orificios modificados 39

Figura 7-11 Butt/I Terminaciones para terminales con carga de soldadura 40

Figura 7-12A Terminales de lengüetas planas (Flat Lug Leads) 42

Figura 7-12B Terminales de lengüetas planas no formadas 42

Figura 7-13 Componentes altos con terminaciones abajo solamente 43

Figura 7-14 Terminales formados en “L” hacia dentro 44

Figura 7-15 BGA Espacio de la bola de soldadura 46

Figura 7-16 Componentes con terminaciones en la parte inferior 48

Figura 7-17 Terminaciones de plano térmico en la parte inferior 49

Figura 7-18 Terminaciones de postes aplanados 50

Figura 7-19 Terminaciones en forma de “P” 51

Figura 10-1 Componentes con terminal radial cuya altura es mayor o igual a su longitud o diámetro – Componente de forma rectangular individual 59

Figura 10-2 Componentes con terminal radial cuya altura es mayor o igual a su longitud o diámetro – Componente de forma cilíndricamente individual. 59

Tablas

Tabla 1-1 Diseño, fabricación y aceptabilidad 3

Tabla 3-1 Límites Máximos de Contaminación en Fuente de Soldadura 9

Tabla 4-1 Anomalías de soldadura 15

Tabla 5-1 Daño permitido de hebras 16

Tabla 5-2 Montaje de terminales requisitos mínimos de soldadura 18

Tabla 5-3 Colocación de cables a torretas y pines rectos 20

Tabla 5-4 Requisitos de enrollado para cables del calibre AWG 30 y más pequeños 20

Tabla 5-5 Colocación del cable en terminal bifurcado – Ruteado lateral con enrollado 21

Tabla 5-6 Terminal bifurcado ruteado lateral recto a través del terminal – Requisitos de retención 21

Tabla 5-7 Colocación del cable en terminales bifurcados – Ruteado inferior 21

Tabla 5-8	Colocación del cable en terminales de gancho 22	Tabla 7-10	Criterios dimensionales – Conexiones en forma de “I” (haciendo tope) 39
Tabla 5-9	Colocación de cables en terminales perforados/punzados 22	Tabla 7-11	Criterios dimensionales – Conexiones en forma de 40
Tabla 5-10	Requisitos de soldadura del cable al terminal 23	Tabla 7-12A	Criterios dimensionales – Terminales de lengüetas planas – Disipación de energía (Flat Lug Leads) 41
Tabla 6-1	Espacio entre componente y pista 25	Tabla 7-12B	Criterios dimensionales – Terminales no formadas planas – por ejemplo Terminación de circuitos flexible 41
Tabla 6-2	Componentes con distanciadores 26	Tabla 7-13	Criterios dimensionales – Componentes altos con terminaciones abajo solamente 43
Tabla 6-3	Radio de dobléz del terminal 26	Tabla 7-14	Criterios dimensionales – Terminales tipo “L” formado hacia dentro 44
Tabla 6-4	Saliente del terminal en orificios con metalización (soporte) 26	Tabla 7-15	Criterios dimensionales – Componentes BGA con bolas colapsantes 46
Tabla 6-5	Saliente del terminal en orificios sin metalización (soporte) 27	Tabla 7-16	Componentes BGA con bolas no-colapsantes 47
Tabla 6-6	Orificios con metalización (soporte) con terminales de componentes 27	Tabla 7-17	Componentes de arreglo cuadrículado de columnas 47
Tabla 6-7	Orificios sin metalización (soporte) con terminales de componentes, condiciones mínimas de aceptabilidad 28	Tabla 7-18	Criterios dimensionales – BTC 48
Tabla 7-1	Longitud (L) mínima de terminales SMT preformados 29	Tabla 7-19	Criterios dimensionales – Terminaciones de plano térmico abajo 49
Tabla 7-2	Componentes de montaje superficial 31	Tabla 7-20	Criterios dimensionales – Conexiones de postes aplanados 50
Tabla 7-3	Criterios dimensionales – Componentes chip con terminaciones solo en la parte inferior 32	Tabla 7-21	Criterios dimensionales – Terminaciones en forma de “P” 51
Tabla 7-4	Criterios dimensionales – Componentes chip rectangulares o cuadrados – Terminaciones en 1, 2, 3 o 5 lados 33	Tabla 8-1	Designación de superficies que serán limpiadas 52
Tabla 7-5	Criterios dimensionales – Terminaciones cilíndricas 34	Tabla 8-2	Designadores de Prueba de Limpieza 53
Tabla 7-6	Criterios dimensionales – Terminaciones almenadas (encastilladas) 35	Tabla 10-1	Espesor del recubrimiento 56
Tabla 7-7	Criterios dimensionales – Terminales planos del tipo “alas de gaviota” 36	Tabla 12-1	Aplicación de las ayudas de aumento a conexiones de soldadura 61
Tabla 7-8	Criterios dimensionales – Terminales del tipo “alas de gaviota” redondos o aplanados (acuñados) 37	Tabla 12-2	Aplicaciones de ayudas de aumento para cables y conexiones de cables 61
Tabla 7-9	Criterios dimensionales – Terminales en forma de “J” 38	Tabla 12-3	Aplicaciones de ayudas de aumento – Otros 61

Requisitos de Ensamblés Eléctricos y Electrónicos Soldados

1 GENERAL

 **1.1 Alcance** Este estándar describe materiales, métodos y criterio de aceptabilidad para la producción de ensamblés electrónicos y soldadura eléctricas. El objetivo del presente documento es utilizar la metodología de control de procesos para garantizar niveles de calidad sistemáticos durante la fabricación de los productos. El objetivo del presente estándar no es la exclusión de cualquier procedimiento para el posicionado de componentes o para la aplicación de flux y estaño, empleado en la realización de conexiones eléctricas.

 **1.2 Propósito** Este estándar describe requisitos de materiales, requisitos de procesos, y requisitos de aceptabilidad para la fabricación de ensamblés electrónicos y soldadura eléctricas. Para una comprensión más completa de las recomendaciones y requisitos este documento, uno puede usar este documento junto con IPC-HDBK-001, IPC-AJ-820 and IPC-A-610. Los estándares pueden ser actualizados en cualquier momento, incluso con el uso de enmiendas. El uso de una enmienda o una revisión más reciente que no es requerida automáticamente.

1.3 Clasificación El presente estándar señala que los ensamblés eléctricos y electrónicos están sujetos a clasificaciones, según el propósito de uso del elemento final. Se han definido tres clases generales de producto final para reflejar las diferencias de manufacturabilidad, complejidad, requisitos de rendimiento funcional y frecuencia de verificación (inspección/comprobación). Ha de mencionarse que pueden existir superposiciones de equipos entre clases.

El usuario, ver 1.8.13 es el responsable de la definición de la clase del producto. La clase del producto debería indicarse en la documentación de compra.

CLASE 1: Productos electrónicos generales

Incluye productos apropiados para aplicaciones donde el principal requisito es la funcionalidad del ensamble completo.

CLASE 2: Productos electrónicos de servicio dedicado

Incluye productos de los cuales se requiere un funcionamiento continuo y una vida útil extendida y para los que un servicio ininterrumpido es deseable pero no crítico. Típicamente el entorno de uso final no causaría fallos.

CLASE 3: Productos electrónicos de alto rendimiento/entorno severo

Incluye productos para los que un funcionamiento continuo a alto rendimiento o un funcionamiento a demanda son críticos, el equipo inoperativo no es tolerable, el entorno de uso final pueda ser inusualmente duro y el equipo tiene que funcionar cuando se le requiere como en sistemas de soporte de vida y otros sistemas críticos.

1.4 Unidades de medida y aplicaciones Este estándar utiliza las unidades del sistema internacional (SI) unidades de acuerdo a ASTM SI10, IEEE/ASTM SI 10, sección 3 [las unidades equivalentes inglesas imperiales están en los corchetes para conveniencia]. Las unidades si utilizadas en este estándar son milímetros (milímetros) [pulgadas] para dimensiones y las tolerancias dimensionales, Celsius (°C) [°F] para temperaturas y tolerancias de temperatura, gramos (g) [onza] para el peso, y lúmenes (lm) [velas por pie] para la iluminación.

Nota: Este estándar utiliza otros prefijos del SI (ASTM SI10, sección 3.2) para eliminar los ceros principales (por ejemplo, 0.0012 milímetros se convierte en 1.2 µm) o como alternativa a las potencias-de-diez (3.6×10^3 milímetro se convierte 3.6 m).

1.4.1 Verificación de las dimensiones La medida real de las dimensiones específicas del montaje de componentes y meniscos (filetes) de soldadura y la determinación de porcentajes no son necesarios, excepto para propósitos de arbitraje. Para determinar la conformidad con las especificaciones de esta norma, redondee todos los valores observados o calculados “a la unidad más cercana” en el último dígito derecho utilizado para expresar el límite de especificación, de acuerdo con el método de redondeo de ASTM la práctica E29. Por ejemplo, las especificaciones de 2.5 mm máx., 2.50 mm máx., o 2,500 mm máx., redondearán el valor medido 0.1 mm, 0.01 mm o 0.001 mm a los más cercanos, respectivamente, y luego se compararán con el número de especificación citado.