



IPC-A-610G SP

# Aceptabilidad de ensambles electrónicos

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 IPC-A-610 Grupo de trabajo (7-31B) de los Comité de aseguranza de producto (7-30) de IPC.

**Traducido por:**

Constantino J. González, ACME, Corp.



**Reemplaza:**

IPC-A-610F WAM1 - febrero 2016  
IPC-A-610F - julio 2014  
IPC-A-610E - abril 2010  
IPC-A-610D - febrero 2005  
IPC-A-610C - enero 2000  
IPC-A-610B - diciembre 1994  
IPC-A-610A - marzo 1990  
IPC-A-610 - agosto 1983

Se anima a los usuarios de este estándar que participen en el desarrollo de futuras revisiones.

Contacto:

IPC

# Tablas de contenido

<p><b>1 Prólogo</b> ..... 1-1</p> <p><b>1.1 Alcance</b> ..... 1-2</p> <p><b>1.2 Próposito</b> ..... 1-3</p> <p><b>1.3 Clasificación</b> ..... 1-3</p> <p><b>1.4 Unidades de medición y aplicaciones</b> ..... 1-3</p> <p>1.4.1 Verificación de dimensiones ..... 1-3</p> <p><b>1.5 Definición de los requisitos</b> ..... 1-4</p> <p>1.5.1 Criterio de aceptación ..... 1-4</p> <p>1.5.1.1 Condición Ideal ..... 1-4</p> <p>1.5.1.2 Condición Aceptable ..... 1-4</p> <p>1.5.1.3 Condición Defecto ..... 1-4</p> <p>1.5.1.3.1 Disposición ..... 1-4</p> <p>1.5.1.4 Condición Indicador de Proceso ..... 1-4</p> <p>1.5.1.5 Condiciones combinadas ..... 1-4</p> <p>1.5.1.6 Condiciones no especificadas ..... 1-5</p> <p>1.5.1.7 Diseños especializados ..... 1-5</p> <p><b>1.6 Metodología de control de proceso</b> ..... 1-5</p> <p><b>1.7 Orden de precedencia</b> ..... 1-5</p> <p>1.7.1 Cláusulas de referencias ..... 1-5</p> <p>1.7.2 Apéndices ..... 1-5</p> <p><b>1.8 Términos y definiciones</b> ..... 1-5</p> <p>1.8.1 Orientación de la tarjeta (PCB) ..... 1-5</p> <p>1.8.1.1 *Lado primario ..... 1-6</p> <p>1.8.1.2 *Lado secundario ..... 1-6</p> <p>1.8.1.3 *Lado de origen de la soldadura ..... 1-6</p> <p>1.8.1.4 *Lado de destino de la soldadura ..... 1-6</p> <p>1.8.2 *Conexión de soldadura fría ..... 1-6</p> <p>1.8.3 Diámetro ..... 1-6</p> <p>1.8.4 Espacio eléctrico ..... 1-6</p> <p>1.8.5 FOD (Restos de objetos extraños) ..... 1-6</p> <p>1.8.6 Alto voltaje ..... 1-6</p> <p>1.8.7 Soldadura intrusiva (pasta en orificio) ..... 1-6</p> <p>1.8.8 Mecanismo de bloqueo/candado ..... 1-6</p> <p>1.8.9 Menisco (componente) ..... 1-6</p> <p>1.8.10 *Pista no funcional ..... 1-6</p> <p>1.8.11 Pin en pasta (Pasta en el orificio) ..... 1-6</p> <p>1.8.12 Bolas de soldadura ..... 1-7</p> <p>1.8.13 Alivio de tensión ..... 1-7</p> <p>1.8.14 Cable solapado ..... 1-7</p> <p>1.8.15 Cable sobre-enrollado ..... 1-7</p> <p><b>1.9 Imposición de los requisitos (Flowdown)</b> ..... 1-7</p> <p><b>1.10 Pericia (habilidad) del personal</b> ..... 1-7</p>	<p><b>1.11 Requisitos de aceptación</b> ..... 1-7</p> <p><b>1.12 Metodología de inspección</b> ..... 1-7</p> <p>1.12.1 Iluminación ..... 1-7</p> <p>1.12.2 Ayudas de aumento visual ..... 1-8</p> <p><b>2 Documentos aplicables</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.1 IPC Documents</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.2 Joint Industry Documents</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.3 Electrostatic Association Documents</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.4 JEDEC</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.5 International Electrotechnical Commission Documents</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.6 ASTM</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.7 Military Standards</b> ..... 2-2</p> <p><b>3 Manejo de ensamblajes electrónicos</b> ..... 3-1</p> <p><b>3.1 Prevención de EOS/ESD</b> ..... 3-2</p> <p>3.1.1 Sobrecarga eléctrica (EOS) ..... 3-3</p> <p>3.1.2 Descarga electrostática (ESD) ..... 3-4</p> <p>3.1.3 Etiquetas de advertencia ..... 3-5</p> <p>3.1.4 Materiales de protección ..... 3-6</p> <p><b>3.2 Estación de trabajo protegida contra EOS/ESD (EPA)</b> ..... 3-7</p> <p><b>3.3 Consideraciones de manejo</b> ..... 3-9</p> <p>3.3.1 Reglas generales ..... 3-9</p> <p>3.3.2 Daños físicos ..... 3-10</p> <p>3.3.3 Contaminación ..... 3-10</p> <p>3.3.4 Ensamblajes electrónicos ..... 3-11</p> <p>3.3.5 Después de soldar ..... 3-11</p> <p>3.3.6 Guantes y dedos ..... 3-12</p> <p><b>4 Dispositivos</b> ..... 4-1</p> <p><b>4.1 Instalación de dispositivos</b> ..... 4-2</p> <p>4.1.1 Espacio eléctrico ..... 4-2</p> <p>4.1.2 Interferencias ..... 4-3</p> <p>4.1.3 Montaje de Componentes - Alta potencia ..... 4-4</p> <p>4.1.4 Disipadores de calor ..... 4-6</p> <p>4.1.4.1 Aislantes y compuestos térmicos ..... 4-6</p> <p>4.1.4.2 Contacto ..... 4-8</p> <p>4.1.5 Tornillería y otros dispositivos roscados (con rosca) ..... 4-9</p> <p>4.1.5.1 Par de apriete (torque) ..... 4-11</p> <p>4.1.5.2 Cables y alambres ..... 4-13</p>
--	--

## Tablas de contenido (cont.)

<p><b>4.2 Montaje de postes</b> ..... 4-15</p> <p><b>4.3 Pines de conectores</b> ..... 4-16</p> <p>4.3.1 Pines del conector de borde ..... 4-16</p> <p>4.3.2 Pines instalados a presión ..... 4-17</p> <p>4.3.2.1 Soldadura ..... 4-20</p> <p><b>4.4 Sujeción de mazos de cables</b> ..... 4-23</p> <p>4.4.1 General ..... 4-23</p> <p>4.4.2 Atados ..... 4-26</p> <p>4.4.2.1 Daños ..... 4-27</p> <p><b>4.5 Ruteado – Cables y mazos de cables</b> ..... 4-28</p> <p>4.5.1 Cruce de cables ..... 4-28</p> <p>4.5.2 Radio de doblez ..... 4-29</p> <p>4.5.3 Cable coaxial ..... 4-30</p> <p>4.5.4 Terminación de cables sin uso ..... 4-31</p> <p>4.5.5 Bridas (cinchos) sobre empalmes y casquillos ..... 4-32</p> <p><b>5 Soldadura</b> ..... 5-1</p> <p><b>5.1 Requisitos de aceptabilidad para la soldadura</b> ..... 5-3</p> <p><b>5.2 Anomalías de soldadura</b> ..... 5-4</p> <p>5.2.1 Metal base expuesto ..... 5-4</p> <p>5.2.2 Orificios/huecos (pin holes/blow holes) ..... 5-6</p> <p>5.2.3 Reflujo de la pasta de soldadura ..... 5-7</p> <p>5.2.4 No-mojado (Non-wetting) ..... 5-8</p> <p>5.2.5 Conexión fría/ colofonia (rosin) ..... 5-9</p> <p>5.2.6 Des-mojado/Pérdida de mojado (De-wetting) ..... 5-9</p> <p>5.2.7 Exceso de soldadura ..... 5-10</p> <p>5.2.7.1 Bolas de soldadura ..... 5-11</p> <p>5.2.7.2 Puentes/cortos ..... 5-12</p> <p>5.2.7.3 Telarañas de soldadura/salpicaduras ..... 5-13</p> <p>5.2.8 Soldadura disturbada (perturbada) ..... 5-14</p> <p>5.2.9 Soldadura fracturada ..... 5-15</p> <p>5.2.10 Proyecciones de soldadura (picos) ..... 5-16</p> <p>5.2.11 Menisco (filete) levantado – libre de plomo ... 5-17</p> <p>5.2.12 Desgarre caliente/orificio encogido – libre de plomo ..... 5-18</p> <p>5.2.13 Marcas de equipos de prueba y otras condiciones similares en las conexiones de soldadura ..... 5-19</p> <p>5.2.14 Conexiones de soldadura escondidas o parcialmente visibles. .... 5-20</p> <p><b>6 Conexiones de terminals de poste (TDP)</b> ..... 6-1</p> <p><b>6.1 Dispositivos remachados</b> ..... 6-3</p> <p>6.1.1 Terminales ..... 6-3</p> <p>6.1.1.1 Separación de la base del terminal de la pista ..... 6-3</p>	<p>6.1.1.2 Torreta ..... 6-5</p> <p>6.1.1.3 Bifurcados ..... 6-6</p> <p><b>6.1.2 Reborde enrollado</b> ..... 6-7</p> <p>6.1.3 Reborde acampanado ..... 6-8</p> <p>6.1.4 Aberturas controladas ..... 6-9</p> <p>6.1.5 Soldadura ..... 6-10</p> <p><b>6.2 Aislante</b> ..... 6-12</p> <p>6.2.1 Daños ..... 6-12</p> <p>6.2.1.1 Antes de soldar ..... 6-12</p> <p>6.2.1.2 Después de soldar ..... 6-14</p> <p>6.2.2 Espacio ..... 6-15</p> <p>6.2.3 Aislante ..... 6-17</p> <p>6.2.3.1 Colocación ..... 6-17</p> <p>6.2.3.2 Daños ..... 6-19</p> <p><b>6.3 Conductor</b> ..... 6-20</p> <p>6.3.1 Deformación ..... 6-20</p> <p>6.3.2 Daños ..... 6-21</p> <p>6.3.2.1 Cables con hebras ..... 6-21</p> <p>6.3.2.2 Alambres sólidos ..... 6-22</p> <p>6.3.3 Separación de los hilos (Jaula de pájaros) – Antes de soldar ..... 6-22</p> <p>6.3.4 Separación de los hilos (Jaula de pájaros) – Después de soldar ..... 6-23</p> <p>6.3.5 Estañado ..... 6-24</p> <p><b>6.4 Lazos de servicio</b> ..... 6-26</p> <p><b>6.5 Alivio de tensión</b> ..... 6-27</p> <p>6.5.1 Mazo de cables ..... 6-27</p> <p>6.5.2 Dobleza del terminal de componente/cable .... 6-28</p> <p><b>6.6 Colocación del terminal de componente/cable – Requisitos generales</b> ..... 6-30</p> <p><b>6.7 Soldadura – Requisitos generales</b> ..... 6-31</p> <p><b>6.8 Torretas y pines rectos</b> ..... 6-33</p> <p>6.8.1 Colocación del terminal de componente/ cable ..... 6-33</p> <p>6.8.2 Torreta y pin recto – Soldadura ..... 6-35</p> <p><b>6.9 Bifurcados</b> ..... 6-36</p> <p>6.9.1 Colocación del terminal de componente/ cable – Conexiones laterales ..... 6-36</p> <p>6.9.2 Colocación del terminal de componente/ cable – Cables fijados ..... 6-39</p> <p>6.9.3 Colocación del terminal de componente/ cable – Ruteado superior e inferior ..... 6-40</p> <p>6.9.4 Soldadura ..... 6-41</p>
--	--

## Tablas de contenido (cont.)

<p><b>6.10 Ranurados</b> ..... 6-44</p> <p>6.10.1 Colocación del terminal de componente/ cable ..... 6-44</p> <p>6.10.2 Soldadura ..... 6-45</p> <p><b>6.11 Troquelados/Perforados</b> ..... 6-46</p> <p>6.11.1 Colocación del terminal de componente/ cable ..... 6-46</p> <p>6.11.2 Soldadura ..... 6-48</p> <p><b>6.12 Gancho</b> ..... 6-49</p> <p>6.12.1 Colocación del terminal de componente/ cable ..... 6-49</p> <p>6.12.2 Soldadura ..... 6-51</p> <p><b>6.13 Copas de soldadura</b> ..... 6-52</p> <p>6.13.1 Colocación del terminal de componente/ cable ..... 6-52</p> <p>6.13.2 Soldadura ..... 6-54</p> <p><b>6.14 Cables/alambres de calibre AWG 30 o de diámetro menor – Colocación del terminal de componente/cable</b> ..... 6-56</p> <p><b>6.15 Conexiones en serie</b> ..... 6-57</p> <p><b>6.16 Clip de borde – Posición</b> ..... 6-58</p> <p><b>7 Tecnología de orificios</b> ..... 7-1</p> <p><b>7.1 Montaje de componentes</b> ..... 7-2</p> <p>7.1.1 Orientación ..... 7-2</p> <p>7.1.1.1 Orientación – Horizontal ..... 7-3</p> <p>7.1.1.2 Orientación – Vertical ..... 7-5</p> <p>7.1.2 Formado de terminales de componente (TDC) ..... 7-6</p> <p>7.1.2.1 Radio de doblez ..... 7-6</p> <p>7.1.2.2 Espacio entre sello/soldadura y doblez ..... 7-7</p> <p>7.1.2.3 Alivio de tensión ..... 7-8</p> <p>7.1.2.4 Daños ..... 7-10</p> <p>7.1.3 Terminales cruzando conductores ..... 7-11</p> <p>7.1.4 Obstrucción de orificio ..... 7-12</p> <p>7.1.5 Dispositivos DIP/SIP y zócalos (sockets) ..... 7-13</p> <p>7.1.6 Terminales radiales – Vertical ..... 7-15</p> <p>7.1.6.1 Distanciadores (Espaciadores) ..... 7-16</p> <p>7.1.7 Terminales radiales – Horizontal ..... 7-18</p> <p>7.1.8 Conectores ..... 7-19</p> <p>7.1.8.1 Ángulo recto ..... 7-21</p> <p>7.1.8.2 Tiras de pines verticales (header) y conectores verticales ..... 7-22</p> <p>7.1.9 Carcasas conductoras ..... 7-23</p> <p><b>7.2 Retención de componentes</b> ..... 7-23</p> <p>7.2.1 Clips de montaje ..... 7-23</p>	<p>7.2.2 Fijación con adhesivo ..... 7-25</p> <p>7.2.2.1 Fijación con adhesivo – Componentes no elevados ..... 7-26</p> <p>7.2.2.2 Fijación con adhesivo – Componentes elevados ..... 7-29</p> <p>7.2.3 Otros dispositivos ..... 7-30</p> <p><b>7.3 Orificios con metalización (soporte)</b> ..... 7-31</p> <p>7.3.1 Terminales axiales – Horizontal ..... 7-31</p> <p>7.3.2 Terminales axiales – Vertical ..... 7-33</p> <p>7.3.3 Punta saliente del cable o terminal ..... 7-35</p> <p>7.3.4 Doblado (clinchado) del cable o terminal ..... 7-36</p> <p>7.3.5 Soldadura ..... 7-38</p> <p>7.3.5.1 Llenado vertical (A) ..... 7-41</p> <p>7.3.5.2 Lado de destino de la soldadura – Terminal a orificio (barril) (B) ..... 7-43</p> <p>7.3.5.3 Lado de destino de la soldadura – Cobertura del área de la pista anular (C) ..... 7-45</p> <p>7.3.5.4 Lado de origen de la soldadura – Terminal a orificio (barril) (D) ..... 7-46</p> <p>7.3.5.5 Lado de origen de la soldadura – Cobertura del área de la pista anular (E) ..... 7-47</p> <p>7.3.5.6 Condiciones de la soldadura – Soldadura en el doblez del terminal ..... 7-48</p> <p>7.3.5.7 Condiciones de la soldadura – Tocando el cuerpo de un componente de tecnología de orificios ..... 7-49</p> <p>7.3.5.8 Condiciones de la soldadura – Menisco (filete) en la soldadura ..... 7-50</p> <p>7.3.5.9 Corte de terminales después de soldar ..... 7-52</p> <p>7.3.5.10 Recubrimiento aislante del alambre en la soldadura ..... 7-53</p> <p>7.3.5.11 Conexión interfacial sin terminales – Vías ..... 7-54</p> <p>7.3.5.12 Tarjeta en otra tarjeta (PCA sobre PCA) ..... 7-55</p> <p><b>7.4 Orificios sin metalización (soporte)</b> ..... 7-58</p> <p>7.4.1 Terminales axiales – Horizontal ..... 7-58</p> <p>7.4.2 Terminales axiales – Vertical ..... 7-59</p> <p>7.4.3 Punta saliente del cable o terminal ..... 7-60</p> <p>7.4.4 Doblado (clinchado) de cables o terminales ..... 7-61</p> <p>7.4.5 Soldadura ..... 7-63</p> <p>7.4.6 Corte de terminales después de soldar ..... 7-65</p> <p><b>7.5 Cables puente</b> ..... 7-66</p> <p>7.5.1 Selección del cable ..... 7-66</p> <p>7.5.2 Ruteado del cable ..... 7-67</p> <p>7.5.3 Retención (anclado) ..... 7-69</p> <p>7.5.4 Orificios con metalización (soporte) ..... 7-71</p> <p>7.5.4.1 Orificios con metalización (soporte) – Terminal en el orificio ..... 7-71</p> <p>7.5.5 Conexión enrollada ..... 7-72</p> <p>7.5.6 Soldadura solapada (traslapada) ..... 7-73</p>
--	--

## Tablas de contenido (cont.)

<p><b>8 Ensamblajes de montaje de superficie</b> ..... 8-1</p> <p><b>8.1 Retención (sujeción) con adhesivo</b> ..... 8-3</p> <p>8.1.1 Adhesión de componentes ..... 8-3</p> <p>8.1.2 Resistencia mecánica (soporte) ..... 8-4</p> <p><b>8.2 Terminales de SMT</b> ..... 8-6</p> <p>8.2.1 Componentes de plástico ..... 8-6</p> <p>8.2.2 Daños ..... 8-6</p> <p>8.2.3 Aplanado ..... 8-7</p> <p><b>8.3 Conexiones de SMT</b> ..... 8-7</p> <p><b>8.3.1 Componentes chip – Terminaciones</b></p> <p style="padding-left: 20px;"><b>abajo solamente</b> ..... 8-8</p> <p>8.3.1.1 Desplazamiento lateral (A) ..... 8-9</p> <p>8.3.1.2 Desplazamiento frontal (B) ..... 8-10</p> <p>8.3.1.3 Ancho de la conexión (C) ..... 8-11</p> <p>8.3.1.4 Longitud de la conexión (D) ..... 8-12</p> <p>8.3.1.5 Altura máxima del menisco (filete) (E) ..... 8-13</p> <p>8.3.1.6 Altura mínima del menisco (filete) (F) ..... 8-13</p> <p>8.3.1.7 Espesor de la soldadura (G) ..... 8-14</p> <p>8.3.1.8 Solapado frontal (J) ..... 8-14</p> <p><b>8.3.2 Componentes chip rectangulares o cuadrados – Terminaciones de 1, 3 o 5 lados</b> ..... 8-15</p> <p>8.3.2.1 Desplazamiento lateral (A) ..... 8-16</p> <p>8.3.2.2 Desplazamiento frontal (B) ..... 8-18</p> <p>8.3.2.3 Ancho de la conexión (C) ..... 8-19</p> <p>8.3.2.4 Longitud de la conexión (D) ..... 8-21</p> <p>8.3.2.5 Altura máxima del menisco (filete) (E) ..... 8-22</p> <p>8.3.2.6 Altura mínima del menisco (filete) (F) ..... 8-23</p> <p>8.3.2.7 Espesor de la soldadura (G) ..... 8-24</p> <p>8.3.2.8 Solapado frontal (J) ..... 8-25</p> <p>8.3.2.9 Variaciones de las terminaciones ..... 8-26</p> <p>8.3.2.9.1 Montaje de lado (canto) (Billboarding) ..... 8-26</p> <p>8.3.2.9.2 Montaje al revés ..... 8-28</p> <p>8.3.2.9.3 Apilado (Stacking) ..... 8-29</p> <p>8.3.2.9.4 Efecto lápida (Tombstoning) ..... 8-30</p> <p>8.3.2.10 Terminaciones en el centro ..... 8-31</p> <p>8.3.2.10.1 Ancho de la soldadura en terminaciones laterales ..... 8-31</p> <p>8.3.2.10.2 Altura mínima del menisco (filete) en terminaciones laterales ..... 8-32</p> <p><b>8.3.3 Terminaciones cilíndricas</b> ..... 8-33</p> <p>8.3.3.1 Desplazamiento lateral (A) ..... 8-34</p> <p>8.3.3.2 Desplazamiento frontal (B) ..... 8-35</p> <p>8.3.3.3 Ancho de la conexión (C) ..... 8-36</p> <p>8.3.3.4 Longitud de la conexión (D) ..... 8-37</p> <p>8.3.3.5 Altura máxima del menisco (filete) (E) ..... 8-38</p> <p>8.3.3.6 Altura mínima del menisco (filete) (F) ..... 8-39</p> <p>8.3.3.7 Espesor de la soldadura (G) ..... 8-40</p> <p>8.3.3.8 Solapado frontal (J) ..... 8-41</p>	<p><b>8.3.4 Terminaciones almenadas (encasilladas)</b> ..... 8-42</p> <p>8.3.4.1 Desplazamiento lateral (A) ..... 8-43</p> <p>8.3.4.2 Desplazamiento frontal (B) ..... 8-44</p> <p>8.3.4.3 Mínimo ancho de la conexión (C) ..... 8-44</p> <p>8.3.4.4 Mínima longitud de la conexión (D) ..... 8-45</p> <p>8.3.4.5 Altura máxima del menisco (filete) (E) ..... 8-45</p> <p>8.3.4.6 Altura mínima del menisco (filete) (F) ..... 8-46</p> <p>8.3.4.7 Espesor de la soldadura (G) ..... 8-46</p> <p><b>8.3.5 Terminales “ala de gaviota” (Gull Wing) planas</b> ..... 8-47</p> <p>8.3.5.1 Desplazamiento lateral (A) ..... 8-47</p> <p>8.3.5.2 Desplazamiento frontal (B) ..... 8-51</p> <p>8.3.5.3 Mínimo ancho de la conexión (C) ..... 8-52</p> <p>8.3.5.4 Mínima longitud de la conexión (D) ..... 8-54</p> <p>8.3.5.5 Altura máxima del menisco (filete) en el talón (E) ..... 8-56</p> <p>8.3.5.6 Altura mínima del menisco (filete) en el talón (F) ..... 8-57</p> <p>8.3.5.7 Espesor de la soldadura (G) ..... 8-58</p> <p>8.3.5.8 Coplanaridad ..... 8-59</p> <p><b>8.3.6 Terminales “ala de gaviota” (Gull Wing) redondas o aplanadas (acuñadas)</b> ..... 8-60</p> <p>8.3.6.1 Desplazamiento lateral (A) ..... 8-61</p> <p>8.3.6.2 Desplazamiento frontal (B) ..... 8-62</p> <p>8.3.6.3 Mínimo ancho de la conexión (C) ..... 8-62</p> <p>8.3.6.4 Mínima longitud de la conexión (D) ..... 8-63</p> <p>8.3.6.5 Altura máxima del menisco (filete) en el talón (E) ..... 8-64</p> <p>8.3.6.6 Altura mínima del menisco (filete) en el talón (F) ..... 8-65</p> <p>8.3.6.7 Espesor de la soldadura (G) ..... 8-66</p> <p>8.3.6.8 Altura mínima de la conexión de lado (Q) ... 8-66</p> <p>8.3.6.9 Coplanaridad ..... 8-67</p> <p><b>8.3.7 Terminales J</b> ..... 8-68</p> <p>8.3.7.1 Desplazamiento lateral (A) ..... 8-68</p> <p>8.3.7.2 Desplazamiento frontal (B) ..... 8-70</p> <p>8.3.7.3 Ancho de la conexión (C) ..... 8-70</p> <p>8.3.7.4 Longitud de la conexión (D) ..... 8-72</p> <p>8.3.7.5 Altura máxima del menisco (filete) en el talón (E) ..... 8-73</p> <p>8.3.7.6 Altura mínima del menisco (filete) en el talón (F) ..... 8-74</p> <p>8.3.7.7 Espesor de la soldadura (G) ..... 8-76</p> <p>8.3.7.8 Coplanaridad ..... 8-76</p> <p><b>8.3.8 Conexiones “Butt” //</b> ..... 8-77</p> <p>8.3.8.1 Terminaciones de orificios modificadas ..... 8-77</p> <p>8.3.8.1.1 Máximo desplazamiento lateral (A) ..... 8-78</p> <p>8.3.8.1.2 Máximo desplazamiento frontal (B) ..... 8-78</p> <p>8.3.8.1.3 Mínimo ancho de la conexión (C) ..... 8-79</p>
---	---

## Tablas de contenido (cont.)

8.3.8.1.4	Mínima longitud de la conexión (D) .....	8-79	<b>8.6 Cables de puente</b> .....	8-108
8.3.8.1.5	Altura máxima del menisco (filete) (E) .....	8-79	8.6.1 SMT .....	8-109
8.3.8.1.6	Altura mínima del menisco (filete) (F) .....	8-80	8.6.1.1 Componentes chip y cilíndricos .....	8-109
8.3.8.1.7	Espesor de la soldadura (G) .....	8-80	8.6.1.2 “Ala de gaviota” (Gull Wing) .....	8-110
8.3.8.2	Terminaciones con carga de soldadura .....	8-81	8.6.1.3 Terminales J .....	8-111
8.3.8.2.1	Máximo desplazamiento lateral (A) .....	8-82	8.6.1.4 Terminales almenados (encasillados) .....	8-111
8.3.8.2.1	Máximo desplazamiento frontal (B) .....	8-82	8.6.1.5 Pistas .....	8-112
8.3.8.2.3	Mínimo ancho de la conexión (C) .....	8-83	<b>9 Daño de componentes</b> .....	9-1
8.3.8.2.4	Altura mínima del menisco (filete) (F) .....	8-83	9.1 Pérdida de metalización .....	9-2
<b>8.3.9 Terminales de lengüetas planas (Flat Lug Leads) y terminales no-formadas planas</b> .....	8-84	<b>9.2 Elemento resistivo de la resistencia chip</b> .....	9-3	
<b>8.3.10 Componentes altos con terminaciones abajo solamente</b> .....	8-86	<b>9.3 Elemento resistivo de la resistencia chip</b> .....	9-4	
<b>8.3.11 Terminales tipo “L” formados hacia dentro</b> .....	8-87	<b>9.4 Condensadores (capacitor) chip de cerámica</b> .....	9-8	
<b>8.3.12 Arreglo cuadrículado de bolas de montaje de superficie (BGA)</b> .....	8-89	<b>9.5 Conectores</b> .....	9-10	
8.3.12.1 Alineación .....	8-90	<b>9.6 Relés</b> .....	9-13	
8.3.12.2 Espacio entre bolas de soldadura .....	8-90	<b>9.7 Componentes magnéticos</b> .....	9-13	
8.3.12.3 Conexiones de soldadura .....	8-91	<b>9.8 Conectores, manijas, extractores, pasadores</b> .....	9-14	
8.3.12.4 Vacíos .....	8-93	<b>9.9 Pines del conector de borde</b> .....	9-15	
8.3.12.5 Llenado por debajo/retención (Underfill) .....	8-93	<b>9.10 Pines de presión</b> .....	9-16	
8.3.12.6 Componente sobre componente (PoP) .....	8-94	<b>9.11 Pines del conector tipo “backplane”</b> .....	9-17	
<b>8.3.13 Componentes con terminaciones abajo (BTC)</b> .....	8-96	<b>9.12 Dispositivos de disipar calor</b> .....	9-18	
<b>8.3.14 Componentes con terminaciones de plano térmico abajo</b> .....	8-98	<b>9.13 Elementos roscados (con rosca) y dispositivos</b> .....	9-19	
<b>8.3.15 Conexiones de postes aplanados</b> .....	8-100	<b>10 Tarjetas de circuito impreso y ensamblés</b> .....	10-1	
8.3.15.1 Desplazamiento máximo de la terminación – Pista cuadrada de soldadura .....	8-100	<b>10.1 Áreas de contacto no-soldadas</b> .....	10-2	
8.3.15.2 Desplazamiento máximo de la terminación – Pista redonda de soldadura .....	8-101	10.1.1 Contaminación .....	10-2	
8.3.15.3 Altura máxima del menisco (filete) .....	8-101	10.1.2 Daños .....	10-4	
<b>8.3.16 Conexiones con forma de “P”</b> .....	8-102	<b>10.2 Condiciones del laminado</b> .....	10-4	
8.3.16.1 Máximo desplazamiento lateral (A) .....	8-103	10.2.1 Burbujas térmicas y mecánicas .....	10-5	
8.3.16.2 Máximo desplazamiento frontal (B) .....	8-103	10.2.2 Ampollas y delaminación .....	10-7	
8.3.16.3 Mínimo ancho de la conexión (C) .....	8-104	10.2.3 Textura del tejido/Tejido expuesto .....	10-9	
8.3.16.4 Máxima longitud de la conexión (D) .....	8-104	10.2.4 Aureolas .....	10-10	
8.3.16.5 Altura mínima del menisco (filete) (F) .....	8-105	10.2.5 Delaminación del borde, muescas y grietas .....	10-12	
<b>8.4 Terminaciones de SMT especializadas</b> .....	8-106	10.2.6 Quemaduras .....	10-14	
<b>8.5 Conectores de montaje de superficie</b> .....	8-107	10.2.7 Pandeo y torcido (Bow/Twist) .....	10-15	
		10.2.8 Depanelización .....	10-16	

## Tablas de contenido (cont.)

<p><b>10.3 Conductores/Pistas</b> ..... 10-18</p> <p>10.3.1 Reducción ..... 10-18</p> <p>10.3.2 Levantados ..... 10-19</p> <p>10.3.3 Daño Mecánico ..... 10-21</p> <p><b>10.4 Tarjetas flexibles y rígidas-flexibles</b> ..... 10-22</p> <p>10.4.1 Daños ..... 10-22</p> <p>10.4.2 Delaminación/Ampollas ..... 10-24</p> <p>10.4.2.1 Flexible ..... 10-24</p> <p>10.4.2.2 Flexible a refuerzo ..... 10-25</p> <p>10.4.3 Efecto de capilaridad (wicking) de soldadura ..... 10-26</p> <p>10.4.4 Conexión de soldadura (Attachment) ..... 10-27</p> <p><b>10.5 Marcado</b> ..... 10-28</p> <p>10.5.1 Grabado (incluyendo impresión manual) ..... 10-30</p> <p>10.5.2 Serigrafía ..... 10-31</p> <p>10.5.3 Estampado ..... 10-33</p> <p>10.5.4 Láser ..... 10-34</p> <p>10.5.5 Etiquetas ..... 10-35</p> <p>10.5.5.1 Código de barras/Matriz de datos (Data matrix) ..... 10-35</p> <p>10.5.5.2 Legibilidad ..... 10-36</p> <p>10.5.5.3 Etiquetas – Adherencia y daño ..... 10-37</p> <p>10.5.5.4 Posición ..... 10-37</p> <p>10.5.6 Etiquetas de identificación de radio frecuencia (RFID) ..... 10-38</p> <p><b>10.6 Limpieza</b> ..... 10-39</p> <p>10.6.1 Residuos de flux ..... 10-40</p> <p>10.6.2 Restos de objetos extraños (FOD) ..... 10-41</p> <p>10.6.3 Cloruros, carbonatos y residuos blancos ..... 10-42</p> <p>10.6.4 Residuos de flux – Proceso sin limpieza (no clean) – Apariencia física ..... 10-44</p> <p>10.6.5 Apariencia física de la superficie ..... 10-45</p>	<p><b>10.7 Recubrimiento con máscara de soldadura (solder mask)</b> ..... 10-46</p> <p>10.7.1 Arrugas/Grietas ..... 10-47</p> <p>10.7.2 Vacíos, ampollas, rasguños ..... 10-49</p> <p>10.7.3 Aberturas ..... 10-50</p> <p>10.7.4 Decoloración ..... 10-51</p> <p><b>10.8 Recubierta de conformal (barnizado)</b> ..... 10-51</p> <p>10.8.1 General ..... 10-51</p> <p>10.8.2 Cobertura ..... 10-52</p> <p>10.8.3 Espesor ..... 10-54</p> <p>10.8.4 Recubrimientos eléctricamente aislantes .... 10-55</p> <p>10.8.4.1 Cobertura ..... 10-55</p> <p>10.8.4.2 Espesor ..... 10-55</p> <p><b>10.9 Encapsulado</b> ..... 10-56</p> <p><b>11 Alambrado individual</b> ..... 11-1</p> <p><b>11.1 Enrollado sin soldadura</b> ..... 11-2</p> <p>11.1.1 Numero de vueltas ..... 11-3</p> <p>11.1.2 Espacio entre vueltas ..... 11-4</p> <p>11.1.3 Puntas del cable, enrollado del aislante ..... 11-5</p> <p>11.1.4 Solapado de vueltas levantadas ..... 11-7</p> <p>11.1.5 Posición de la conexión ..... 11-8</p> <p>11.1.6 Orientación del cable ..... 11-10</p> <p>11.1.7 Holgura del cable ..... 11-11</p> <p>11.1.8 Metalización del cable ..... 11-12</p> <p>11.1.9 Daño del aislante ..... 11-13</p> <p>11.1.10 Conductores y terminales dañados ..... 11-14</p> <p><b>12 Alto voltaje</b> ..... 12-1</p> <p><b>Anexo A Espacio eléctrico mínimo – Espacio entre conductores eléctricos</b> ..... A-1</p>
--	--

## Prólogo

En esta sección se tratarán los siguientes temas:

<b>1.1 Alcance</b> .....	1-2	1.8.1.1 *Lado primario .....	1-6
<b>1.2 Propósito</b> .....	1-3	1.8.1.2 *Lado secundario .....	1-6
<b>1.3 Clasificación</b> .....	1-3	1.8.1.3 *Lado de origen de la soldadura .....	1-6
<b>1.4 Unidades de medición y aplicaciones</b> .....	1-3	1.8.1.4 *Lado de destino de la soldadura .....	1-6
1.4.1 Verificación de dimensiones .....	1-3	1.8.2 *Conexión de soldadura fría .....	1-6
<b>1.5 Definición de los requisitos</b> .....	1-4	1.8.3 Diámetro .....	1-6
1.5.1 Criterio de aceptación .....	1-4	1.8.4 Espacio eléctrico .....	1-6
1.5.1.1 Condición Ideal .....	1-4	1.8.5 FOD (Restos de objetos extraños) .....	1-6
1.5.1.2 Condición Aceptable .....	1-4	1.8.6 Alto voltaje .....	1-6
1.5.1.3 Condición Defecto .....	1-4	1.8.7 Soldadura intrusiva (pasta en orificio) .....	1-6
1.5.1.3.1 Disposición .....	1-4	1.8.8 Mecanismo de bloqueo/candado .....	1-6
1.5.1.4 Condición Indicador de Proceso .....	1-4	1.8.9 Menisco (componente) .....	1-6
1.5.1.5 Condiciones combinadas .....	1-4	1.8.10 *Pista no funcional .....	1-6
1.5.1.6 Condiciones no especificadas .....	1-5	1.8.11 Pin en pasta (Pasta en el orificio) .....	1-6
1.5.1.7 Diseños especializados .....	1-5	1.8.12 Bolas de soldadura .....	1-7
<b>1.6 Metodología de control de proceso</b> .....	1-5	1.8.13 Alivio de tensión .....	1-7
<b>1.7 Orden de precedencia</b> .....	1-5	1.8.14 Cable solapado .....	1-7
1.7.1 Cláusulas de referencias .....	1-5	1.8.15 Cable sobre-enrollado .....	1-7
1.7.2 Apéndices .....	1-5	<b>1.9 Imposición de los requisitos (Flowdown)</b> .....	1-7
<b>1.8 Términos y definiciones</b> .....	1-5	<b>1.10 Pericia (habilidad) del personal</b> .....	1-7
1.8.1 Orientación de la tarjeta (PCB) .....	1-5	<b>1.11 Requisitos de aceptación</b> .....	1-7
		<b>1.12 Metodología de inspección</b> .....	1-7
		1.12.1 Iluminación .....	1-7
		1.12.2 Ayudas de aumento visual .....	1-8



## 1 Aceptabilidad de ensamblajes electrónicos

### Prólogo (cont.)

**1.1 Alcance** Este estándar es un recopilatorio de criterios y requisitos de aceptabilidad de calidad visual para ensamblajes electrónicos. Este estándar no proporciona criterios para la evaluación de micro secciones (cortes transversales).

Este documento presenta los requisitos de aceptación para la fabricación de ensamblajes eléctricos y electrónicos. Históricamente, los estándares para ensamblajes electrónicos contenían reglas más amplias, que cubrían los principios y técnicas. Para un entendimiento más completo de las recomendaciones de este documento, se puede utilizar este documento en conjunto con IPC-HDBK-001, IPC-AJ-820 e IPC J-STD-001.

Los criterios en este estándar no tienen la intención de definir procesos para efectuar las operaciones de ensamble ni para autorizar reparaciones, modificaciones o cambios en el producto del cliente. Por ejemplo, la presencia de criterios para la unión de componentes con adhesivo no implica/ni autoriza/ni requiere uniones con adhesivo y mostrar un cable enrollado en el sentido del reloj no implica/ni autoriza/ni requiere, que todos los alambres o cables tienen que ser enrollados en la dirección de las manecillas del reloj.

Los usuarios de este estándar deberían tener conocimiento de los requisitos aplicables en los documentos y como aplicarlos.

Se debería mantener evidencia objetiva de la demostración de este conocimiento. Donde esta evidencia objetiva no esté disponible, la organización debería considerar revisar periódicamente las habilidades personales para determinar los criterios visuales de aceptabilidad apropiadamente.

El IPC-A-610 contiene criterios fuera del alcance del IPC J-STD-001, que define el manejo, las mecánicas y otros requisitos de mano de obra. La Tabla 1-1 es un resumen de los documentos relacionados.

**Tabla 1-1 Sumario de Documentos Relacionados**

Propósito del documento	Especificación n°	Definición
Estándar de diseño	IPC-2220 (Familia) IPC-7351 IPC-CM-C-770	Los requisitos del diseño reflejan tres niveles de complejidad (Niveles A, B, y C) indicando geometrías más finas, mayores densidades o más pasos en el proceso para elaborar el producto.  Guías del proceso de ensamble de componentes para asistir en el diseño de la tarjeta de circuito impreso (PCB) y en el ensamble donde los procesos se concentran en los principios de patrones de pistas para SMT y through-hole, que usualmente son incorporadas en el proceso de diseño y documentación.
Requisitos de PCB	IPC-6010 (Familia) IPC-A-600	Requisitos y documentación de aceptabilidad para sustratos rígidos, rígido-flexibles, flexibles y otros tipos de sustratos (tarjetas o tableros de circuitos impresos).
Documentación del producto final	IPC-D-325	Es la documentación que describe las especificaciones de la tarjeta diseñada por el cliente o requisitos de ensamble del producto final. Los detalles pueden o no hacer referencia a especificaciones de la industria o a estándares de fabricación, así como a las preferencias propias del cliente o a requisitos de estándares internos.
Estándares del producto final	J-STD-001	Cubren los requisitos para la soldadura de ensamblajes eléctricos y electrónicos, describiendo las características mínimas aceptables para el producto final, así como métodos de evaluación (métodos de prueba), la frecuencia de las pruebas, y la habilidad aplicable para los requisitos de control del proceso.
Estándar de aceptabilidad	IPC-A-610	Es el documento de interpretación ilustrativa, indicando varias características de la tarjeta de circuito impreso y/o ensamblajes, relacionadas con las condiciones mínimas deseables, señaladas por el estándar de funcionamiento del producto final y refleja las diferentes condiciones que están fuera de control (indicador de proceso o defecto), para asistir a la evaluación del proceso, a fin de determinar las acciones correctivas.
Programas de formación (opcional)		Requisitos de formación documentados para enseñar y aprender los procedimientos del proceso y las técnicas para implementar los requisitos de aceptación para estándares de producto final, estándares de aceptabilidad o requisitos detallados en la documentación del cliente.
Retrabajo y reparación	IPC-7711/7721	Documentación que determina los procedimientos para quitar y reemplazar recubrimientos de barnizado (recubierta de conformal) y componentes, reparación de la máscara de soldadura, así como para efectuar la modificación o reparación de laminado de la tarjeta, conductores y orificios con metalización (orificios con soporte, PTH).