



## Especificación estándar para vidrio termo-endurecido y vidrio totalmente templado<sup>1</sup>

Esta norma ha sido publicada bajo la designación fija C1048; el número siguiente a la designación indica el año de adopción original o, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última re-aprobación. Una épsilon superíndice (ε) indica un cambio editorial desde la última revisión o re-aprobación.

*Esta norma ha sido aprobada para su uso por agencias del Departamento de Defensa de Estados Unidos.*

---

ε1 NOTA – La sección 9 se actualizó editorialmente en noviembre de 2012.

---

### 1. Alcance

1.1. Esta especificación abarca los requisitos para vidrio monolítico, plano, termo-endurecido y totalmente templado, revestido y sin revestir producido con un sistema de templado horizontal utilizado en la construcción de edificios en general y otras aplicaciones.

1.2. Esta especificación no aborda al vidrio curvado ni termo-endurecido o totalmente templado fabricado con un sistema de templado vertical.

1.3. Los valores dimensionales indicados en unidades SI deben ser considerados como el estándar. Los valores entre paréntesis son solamente para información.

1.4. Los siguientes riesgos de seguridad se refieren sólo a la parte del método de prueba, Sección 10, de esta especificación: *Esta norma no pretende abarcar todos los problemas de seguridad concernientes, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de limitaciones reguladoras antes de su uso.*

### 2. Documentos de referencia

#### 2.1 Normas ASTM.<sup>1,2</sup>

C162 [Terminology of Glass and Glass Products](#)

C346 [Test Method for 45-deg Specular Gloss of Ceramic Materials](#)

C724 [Test Method for Acid Resistance of Ceramic Decorations on Architectural-Type Glass](#)

C978 [Test Method for Photoelastic Determination of Residual Stress in a Transparent Glass Matrix Using a Polarizing Microscope and Optical Retardation Compensation Procedures](#)

C1036 [Specification for Flat Glass](#)

C1203 [Test Method for Quantitative Determination of Alkali Resistance of a Ceramic-Glass Enamel](#)

C1279 [Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed,](#)

[Heat-Strengthened, and Fully Tempered Flat Glass](#)

C1376 [Specification for Pyrolytic and Vacuum Deposition Coatings on Flat Glass](#)

E1300 [Practice for Determining Load Resistance of Glass in Buildings](#)

2.2 Norma ANSI:

Z97.1 *Safety Performance Specifications and Methods of Test for Safety Glazing Materials Used in Buildings*<sup>3</sup>

2.3 Otros documentos:

---

<sup>1</sup> La referencia a estos documentos deberá ser del último número a menos que la autoridad que aplica esta especificación especifique lo contrario.

<sup>2</sup> Para las normas ASTM citadas, visite el sitio web de ASTM, [www.astm.org](http://www.astm.org), o contacte al servicio de cliente de ASTM en [service@astm.org](mailto:service@astm.org). Para información sobre volumen de Libro

Anual de Normas ASTM, consulte la página Resumen Documento de la serie en el sitio web de ASTM.

<sup>3</sup> Disponible en el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, 25 W. 43rd St., 4° piso, Nueva York, NY 10036, y el sitio web del Comité de Normas Acreditadas Z97 en formato electrónico en [www.ansiz97.com](http://www.ansiz97.com).



CPSC 16 CFR 1201 Safety Standard for Architectural Glazing Materials<sup>4</sup>

### 3. Terminología

3.1 *Definiciones* – Para definiciones de términos usados en esta especificación, consultar Terminología C162 y Especificación C1036.

3.2 *Definiciones de los términos específicos de esta Norma:*

3.2.1 *arco, s* - la desviación en la llanura de una capa de vidrio, expresada en toda la dimensión de anchura o longitud del vidrio o sobre un área local menor (consultar 10.7 para la medición técnica). También conocido como deformación.

3.2.2 *vidrio con tratamiento térmico, s* - término usado para referirse tanto al vidrio termo-endurecido como al vidrio totalmente templado.

3.2.3 *tratamiento térmico, s* – proceso de calentamiento y enfriamiento del vidrio recocido en un sistema de templado para producir vidrio termo-endurecido o vidrio totalmente templado.

3.2.4 *estrés térmico, s* - estrés límite causado por gradientes térmicos a través de la superficie del vidrio.

### 4. Clasificación

4.1 *Tipos* – El vidrio plano tratado bajo esta especificación debe ser de los siguientes tipos, como se especifica (consultar Sección 6):

4.1.1 *Tipo TE* – El vidrio termo-endurecido debe ser vidrio plano, ya sea transparente o impreso, de conformidad con los requisitos aplicables de la Especificación C1036 para cumplir con los requisitos especificados en lo sucesivo para vidrio termo-endurecido.

4.1.2 *Tipo TT* – El vidrio totalmente templado debe ser vidrio plano, ya sea transparente o impreso, de conformidad con los requisitos aplicables de la Especificación C1036 para cumplir con los requisitos especificados en lo sucesivo para vidrio totalmente templado.

4.2 *Condiciones* – El vidrio tratado bajo esta especificación debe cumplir con las siguientes condiciones, como se especifica (consultar Sección 6):

4.2.1 *Condición A* – Superficies sin revestimiento.

4.2.2 *Condición B* – Vidrio revestido total o parcialmente de cerámica. (Consultar 8.3)

4.2.3 *Condición C* – Otros vidrios revestidos. (Consultar 8.4)

4.3 *Tipos, clases, formas, calidades y acabados* – Estos se describen en la Especificación C1036.

### 5. Uso previsto

5.1 *Tipo TE* – El vidrio termo-endurecido se usa en cristal arquitectónico cuando se desea una resistencia adicional a la presión del viento o al estrés térmico, o ambos, pero no se requiere el endurecimiento ni el patrón de seguridad de rotura del vidrio totalmente templado. Cuando este se rompe, los fragmentos de vidrio termo-endurecido son más similares en tamaño y forma a los fragmentos de vidrio recocido que a partículas de vidrio totalmente templado, y por lo tanto tienden a permanecer en la apertura por más tiempo que las partículas de vidrio totalmente templado.

NOTA 1 – **Precaución:** El vidrio termo-endurecido monolítico no es adecuado para el acristalamiento de seguridad como se define en ANSI Z97.1 o CPSC 16 CFR 1201.

5.2 *Tipo TT* - El vidrio totalmente templado se usa en aplicaciones de cristal arquitectónico cuando se necesita endurecimiento significativamente adicional para resistir la presión del viento o el estrés térmico, o ambos. Cuando este se rompe, las fracturas (dados) del vidrio totalmente templado forman partículas relativamente pequeñas. El vidrio totalmente templado con compresión en la superficie que cumpla los requisitos de las normas de acristalamiento de seguridad CPSC 16 1201 o ANSI Z 97.1, o ambas, se considera vidrio de seguridad porque se fractura en piezas relativamente pequeñas y de este modo reduce en gran medida la probabilidad de cortes serios o lesiones penetrantes en comparación con el vidrio cocido ordinario. Para ciertas aplicaciones, tales como puertas utilizadas para el tránsito, cabinas de bañera o de ducha y vidrio fijo cercano a una superficie de tránsito, los códigos y ordenanzas de construcción

<sup>4</sup> Disponible con el Superintendente de Documentos, Oficina de Imprenta del Gobierno de EE.UU, Washington, DC 20402.



solicitan el uso de vidrio totalmente templado. El vidrio totalmente templado se usa frecuentemente en otras aplicaciones cuando se requieren sus características de dureza o seguridad, o ambas, como por ejemplo en sobremesas, mostradores, vitrinas, refrigeración y equipos de servicio de alimentos, muebles, y otras aplicaciones similares.

## 6. Información sobre pedidos

6.1 Los compradores deben seleccionar las opciones permitidas en esta especificación que prefieran e incluir la siguiente información en los documentos de contratación:

6.1.1 Número, fecha y título de esta especificación.

6.1.2 Tipo, condición, clase, estilo, forma, calidad, acabado y patrón aplicable al vidrio (consultar Sección 4).

6.1.3 Requisitos de fabricación (consultar 7.1).

6.1.4 Requisitos de equipos y herramientas (consultar 7.7).

6.1.5 Diseños personalizados o texturas requeridas (consultar 7.7).

6.1.6 Espesor del vidrio (consultar 9.1).

6.1.7 El vidrio cortado e impreso debe cumplir con las tolerancias especificadas (consultar 9.3).

6.1.8 Cuando se requiera una prueba de compresión de la superficie o del borde para vidrio termo-endurecido o totalmente templado (consultar 8.1.1).

6.1.9 Cuando se requieran las características de seguridad de rotura para el vidrio totalmente templado (consultar 8.1.2).

6.1.10 Color o tinte del vidrio (consultar 8.2).

6.1.11 Cuando se requiera marcado de identificación ya sea permanente o temporal (consultar Sección 11).

6.1.12 Tratamientos de superficie o revestimientos para vidrios Condición B y Condición C (Consultar 8.3 y 8.4).

6.1.13 Cuando además se requiera capacidad de resistencia a roturas en forma de lluvia para vidrios Condición A, Condición B o Condición C. (Esto se logra normalmente adhiriendo un material de refuerzo a la superficie del vidrio.) (consultar 10.3).

## 7. Fabricación

7.1 *Fabricación* – Toda la fabricación, como corte en dimensiones totales, biselado, agujeros taladrados, muescas, pulido, arenado, y grabado se debe llevar a cabo antes del termo-endurecimiento o del templado como se especifica (consultar Sección 6 y 7.8). Luego de que el vidrio haya sido termo-endurecido o templado, este no debe ser modificado salvo que el fabricante lo haya recomendado; por ejemplo, en algunos revestimientos Condición C. No se deben realizar modificaciones que afecten las características estructurales o la integridad como se especifica en esta norma.

7.2 *Equipos y herramientas* – Los requisitos para equipos y herramientas deben ser como se especifica (consultar Sección 6) o como se muestra en los planos o dibujos. Los equipos y herramientas especificados deben ser compatibles con las limitaciones de fabricación del vidrio.

### 7.3 *Distorsión:*

7.3.1 El vidrio termo-endurecido y totalmente templado se produce por medio del calentamiento de vidrio recocido en un sistema de templado a una temperatura en la que el vidrio se vuelve ligeramente plástico. Inmediatamente después de calentar, las superficies del vidrio se enfrían rápidamente con aire. El proceso modifica levemente la llanura original del vidrio, haciendo que las imágenes reflejadas se distorsionen. Al ver imágenes a través del vidrio, la distorsión, en la mayoría de aplicaciones de cristal, es menor que de las imágenes reflejadas.

7.3.2 El vidrio termo-endurecido y el vidrio totalmente templado que ha sido producido en un sistema de templado horizontal puede contener distorsión de la superficie (por ejemplo, enmarcado, distorsión de calor o distorsión de onda de rodillo). La distorsión se puede detectar al ver imágenes reflejadas desde la superficie del vidrio.

7.3.3 Las tensiones ejercidas en la periferia del vidrio por el sistema de acristalamiento también puede alterar la llanura del vidrio, por lo tanto se distorsionan las imágenes que refleja. Esto se aplica sin importar si el



vidrio es recocido, termo-endurecido, o totalmente templado.

7.3.4 Las unidades de vidrio aislante sellado también pueden presentar distorsión sin importar el tipo de vidrio. El aire u otros gases, sellados en el espacio entre las capas de vidrio, se expanden o contraen con la temperatura y cambios barométricos, creando una tensión diferencial entre el espacio sellado y la atmósfera. El vidrio reacciona a la tensión diferencial al ser desviada hacia dentro o hacia afuera.

7.3.5 Sin importar la llanura del vidrio, el grado de distorsión del reflejo percibido es mayor debido a las características o simetría de los objetos que se reflejan. Los objetos lineales (como las paredes de edificios o los postes de teléfono) y los objetos en movimiento (como carros) pueden aparecer distorsionados. Los objetos irregulares o con formas libres como árboles y nubes aparentemente pueden percibir menor distorsión.

7.3.6 Los límites específicos del arco pueden no definir o controlar adecuadamente la distorsión que pueda volverse evidente luego del acristalamiento. Los factores, descritos arriba, pueden tener una influencia más grande en la distorsión del reflejo percibida que la que es causada por un arco del proceso de termo-endurecimiento. Es muy recomendable consultar con los proveedores y visualizar el tamaño completo de maquetas en condiciones y entornos de trabajo normal para la evaluación de la distorsión del reflejo.

7.4 *Patrón de tensión* – Un patrón de tensión, también llamado iridiscencia, es inherente en todos los vidrios termo-endurecidos y totalmente templados. Este patrón de tensión se vuelve visible bajo cierto tipo de iluminación y otras condiciones. Es una característica del vidrio con tratamiento térmico y no debe confundirse con descoloración, tinta o color no-uniforme, o un defecto en el vidrio. El patrón de tensión no afecta ninguna de las propiedades físicas ni los valores de desempeño del vidrio.

7.5 *Partículas de la superficie* – La producción de vidrio termo-endurecido y vidrio totalmente templado implica el transporte de vidrio muy caliente en rodillos de transporte. Como resultado de este contacto suave entre el vidrio y los rodillos, se producen algunos cambios en la superficie del vidrio. Partículas ínfimas (finas), por lo general invisibles a simple vista, pueden adherirse a una

o ambas superficies del vidrio. Estas partículas de la superficie se pueden producir a partir de una variedad de fuentes, incluyendo, pero no limitado a, el corte de vidrio y el proceso de canteado, los residuos o polvo en el aire propios de la planta de fabricación, partículas refractarias del techo del horno, y suciedad y polvo en el aire llevado a la planta por los grandes volúmenes de aire de enfriamiento usado en el proceso. Las partículas en los rodillos del horno pueden ser recogidas por la superficie inferior del vidrio caliente, ya que este viaja a través de las partículas. Las partículas de la superficie invisibles a simple vista son inherentes al proceso de tratamiento térmico y no son motivo de rechazo.

7.6 *Resistencia a la carga de viento* – Para fines de diseño, se deben considerar el sistema de apoyo y la cantidad de deflexión del vidrio para un conjunto dado de condiciones de carga de viento. Consulte con el fabricante para determinar el espesor necesario del vidrio termo-endurecido o totalmente templado más apropiado para satisfacer el diseño de carga de viento y el factor de diseño de probabilidad de rotura para el vidrio requerido de conformidad con la norma E1300.

7.7 *Superficies especiales, Tipos I o II* – Los diseños o texturas personalizadas deben ser como se especifica (consultar 6.1.5) o tal como se muestra en los planos o dibujos.

7.8 *Directrices de fabricación* – El vidrio termo-endurecido y totalmente templado no se puede cortar después del proceso de tratamiento térmico. La fabricación que altere la superficie, el espesor o los bordes del vidrio deben realizarse antes del tratamiento térmico para evitar la reducción de la dureza del vidrio.

7.8.1 El vidrio termo-endurecido y totalmente templado puede tener agujeros, muescas, cortes y biseles. La fabricación que incluya otros métodos de modificación deben de ser acordados con el fabricante.

7.8.2 *Posición de agujeros:*

7.8.2.1 La distancia mínima desde cualquier borde del vidrio hasta el punto más cercano del borde del agujero debe ser 6 mm (1/4 pulg.) o dos veces el espesor del vidrio, la que sea mayor (consultar Fig. 1).

7.8.2.2 La distancia mínima entre los bordes de un agujero adyacente debe ser 10 mm (3/8 pulg.) o dos veces el espesor del vidrio, la que sea mayor (consultar Fig. 1)



7.8.2.3 Los agujeros cercanos a las esquinas deben ubicarse de tal forma que el borde más cercano al agujero sea de un mínimo 6.5 veces el espesor del vidrio desde la punta de la esquina cuando la esquina sea 90° o más (consultar Fig. 2)

7.8.3 Dimensiones mínimas de agujeros – Los agujeros circulares deben tener un diámetro mínimo de 6 mm (1/4 pulg.) o el espesor del vidrio, el que sea mayor. En agujeros que no sean circulares, cualquier esquina puede tener curvas, cuyo radio debe ser igual o mayor que el espesor del vidrio (consultar Fig. 3).

7.8.4 Tolerancias dimensionales de agujeros:

7.8.4.1 La tolerancia del diámetro del agujero debe ser ± 1.6 mm (1/16 pulg.).

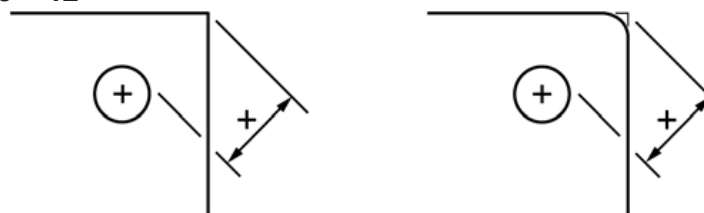
7.8.4.2 La tolerancia para dimensiones del centro del agujero desde bordes específicos debe ser ± 1.6 mm (1/16 pulg.).

7.8.4.3 La tolerancia para la dimensión entre los centros del agujero debe ser ± 1.6 mm (1/16 pulg.).

7.8.5 Las astillas y las láminas en los bordes del agujero no deben exceder 1.6 mm (1/16 pulg.).

7.8.6 Muecas y cortes:

7.8.6.1 Las muecas y los cortes deben tener curvas, cuyo radio debe ser igual o mayor que el espesor del vidrio (consultar Fig. 4).



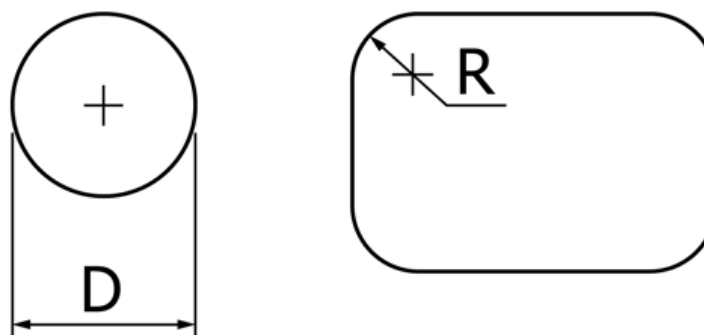
$X = 6.5 t$

Donde:

X = Distancia mínima entre la esquina del vidrio y el borde del agujero más cercano

t = Espesor del vidrio

**FIG. 2 Ubicación de agujeros cercanos a las esquinas**



D = 6 mm (1/4 pulg.) o 1 t, lo que sea mayor

R ≥ t

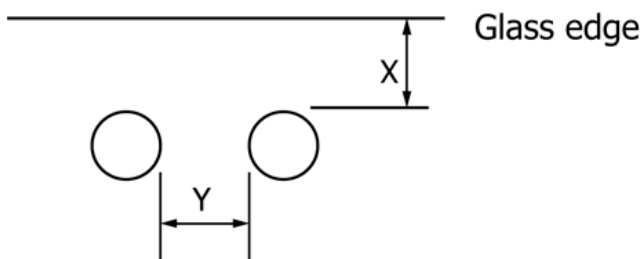
Donde:

D = Diámetro mínimo del agujero

R = radio

t = espesor del vidrio

**FIG. 3 Dimensión mínima de agujeros**



X = 6 mm (1/4 pulg.) o 2 t, lo que sea mayor

Y = 10 mm (3/8 pulg.) o 2 t, lo que sea mayor

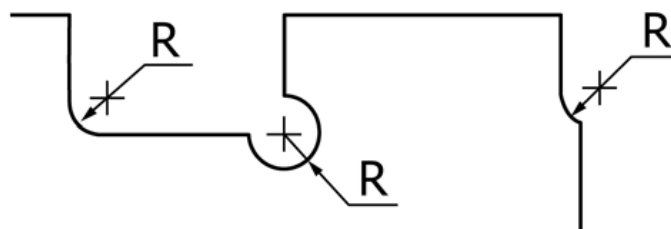
Donde:

X = Distancia mínima entre el borde del vidrio y el borde más cercano del agujero

Y = Distancia mínima entre los bordes de agujeros adyacentes

t = Espesor del vidrio

**FIG. 1 Posición de agujeros**



R ≥ t

t = espesor del vidrio

R = radio

Consultar párrafo 7.8.6

**FIG. 4 Curvas de muecas y cortes**

7.8.6.2 La tolerancia dimensional de muecas y cortes debe ser:

± 1.6 mm (1/6 pulg.) para espesor de vidrio menor de 12 mm (1/2 pulg.).





± 3 mm (1/8 pulg.) para espesor de vidrio de 12 mm (1/2 pulg.) a más.

7.8.6.3 Las superficies internas de muescas y cortes deberán ser alisadas, matadas, esmeriladas, o pulidas.

7.8.7 Consultar con el fabricante respecto al tratamiento térmico de vidrio con patrones irregulares, tratamientos de superficies, trabajo de borde inusual o cualquier fabricación que no esté incluida en estas directrices.

## 8. Otros requisitos

8.1 *Requisitos de fuerza:*

8.1.1 *Requisitos de compresión de superficie y borde* (consultar 10.8):

8.1.1.1 *Tipo TE, Vidrio termo-endurecido* – El vidrio tipo TE con espesor de 6.6 mm (1/4 pulg.) y menos debe tener una compresión de superficie entre 24 a 52 MPa (3500 y 7500 psi). Debe realizarse la prueba de compresión de superficie cuando se requiera de conformidad con 10.8.

NOTA 2 – El termo-endurecimiento del vidrio con un espesor mayor a 6 mm (1/4 pulg.) puede ser difícil.

8.1.1.2 *Tipo TT, Vidrio totalmente temperado* – El vidrio totalmente temperado debe tener o bien un mínimo de compresión de superficie de 69 MPa (10 000 psi) o bien una compresión de borde no menor que 67 MPa (9700 psi) o cumplir los requisitos de ANSI Z97.1 o CPSC 16 CFR 1201 de conformidad con 10.9. Cuando se requiera, la prueba de compresión de superficie o de compresión de borde se debe realizar de conformidad con 10.8.

8.1.2 *Requisito para prueba de rotura para el vidrio totalmente templado* – Como se especifica (consultar Sección 6), los requisitos del vidrio totalmente templado deben ser probados e interpretados de conformidad con 10.9.

8.2 *Color o tinte* – El color o tinte para cada tipo, clase, estilo, acabado o patrón debe ser como se especifica en 6.1.10 y como sigue:

8.2.1 *Tinte* – El vidrio con absorción de calor y el vidrio con reducción de luz están disponibles en una variedad de tintes. Estos tipos de vidrio pueden variar de tinta entre diferentes fabricantes y de fusión a fusión, por ello pueden haber algunas variaciones en el tinte.

8.2.2 *Muestras de color o tinte* – El pedido y propósito particular de cualquier muestra de color o tinta debe de estar establecido en la invitación para la licitación. Las muestras de vidrio por lo general se administran como vidrio recocido. El tratamiento térmico puede alterar el color de ciertos productos de vidrio. Puede haber variación de color entre las versiones recocidas y tratadas térmicamente del mismo producto de vidrio.

8.3 *Condición B* – El vidrio totalmente o parcialmente revestido de cerámica debe ser vidrio termo-endurecido o totalmente templado y tener un revestimiento de cerámica de un color específico que ha sido fusionado y hecho una parte integral de la superficie del vidrio como resultado del proceso de termo-endurecimiento o de templado (consultar 6.1.12).

8.3.1 *Apariencia* – Cuando es visto, de conformidad con 10.10, se permiten agujeros dispersos, marcas en la superficie y partículas opacas pequeñas en el revestimiento de cerámica.

8.4 *Condición C* – Otros vidrios revestidos deben ser vidrio termo-endurecido o totalmente templado con un revestimiento pirolítico o de deposición al vacío normalmente aplicado para afectar características tales como la ganancia de calor solar, la eficiencia energética, el nivel de comodidad, la condensación y la estética del edificio (consultar Especificación 1376).

## 9. Requisitos de dimensiones

9.1 *Espesor* – Los sustratos para vidrio termo-endurecido y totalmente templado deben de estar conforme a los requisitos de espesor de la Especificación 1036 y como se especifica en el mismo (consultar Sección 6). Las medidas disponibles del vidrio termo-endurecido y totalmente templado están sujetas a las limitaciones de procesamiento de cada sistema de templado. Todos los espesores no están disponibles en todas las condiciones, tipos y clases. Consultar con el fabricante.

9.2 *Tolerancia, longitud y anchura para las formas rectangulares para vidrios Condición A, B y C* – Consultar los requisitos en la Tabla 1.



TABLA 1 Tolerancias de longitud y anchura

Designación de espesor nominal mm (pulg.)	Más o menos mm, (pulg.)
3 (1/8)	1.6 (1/16)
4 (5/32)	1.6 (1/16)
5 (3/16)	1.6 (1/16)
6 (1/4)	1.6 (1/16)
8 (5/16)	2.0 (5/64)
10 (3/8)	2.4 (3/32)
12 (1/2)	3.2 (1/8)
16 (5/8)	4.0 (5/32)
19 (3/4)	4.8 (3/16)

TABLA 2 Arco total, Máximo

Designación de espesor nominal mm (pulg.)	0-50	>50-90	>90-120	>120-150	>150-180	>180-210	>210-240	>240-270	>270-300	>300-330	>330-370	>370-400
	(0-20)	(>20-35)	(>35-47)	(>47-59)	(>59-71)	(>71-83)	(>83-94)	(>94-106)	(>106-118)	(>118-130)	(>130-146)	(>146-158)
	Arco máximo, mm (pulg.)											
3 (1/8)	3.0(0.12)	4.0(0.16)	5.0(0.20)	7.0(0.28)	9.0(0.35)	12.0(0.47)	14.0(0.55)	17.0(0.67)	19.0(0.75)	...	...	...
3 (1/8) Método Alternativo <sup>A</sup>	2.0(0.08)	2.0(0.08)	2.0(0.08)	3.0(0.12)		6.0(0.24)	7.0(0.28)	8.0(0.31)	10.0(0.39)	...	...	...
4 (5/32)	3.0(0.12)	4.0(0.16)	5.0(0.20)	7.0(0.28)	9.0(0.35)	12.0(0.47)	14.0(0.55)	17.0(0.67)	19.0(0.75)	...	...	...
5 (3/16)	3.0(0.12)	4.0(0.16)	5.0(0.20)	7.0(0.28)	9.0(0.35)	12.0(0.47)	14.0(0.55)	17.0(0.67)	19.0(0.75)	...	...	...
6 (1/4)	2.0(0.08)	3.0(0.12)	4.0(0.16)	5.0(0.20)	7.0(0.28)	9.0(0.35)	12.0(0.47)	14.0(0.55)	17.0(0.67)	19.0(0.75)	21.0(0.83)	24.0(0.94)
8 (5/16)	2.0(0.08)	2.0(0.08)	3.0(0.12)	4.0(0.16)	5.0(0.20)	6.0(0.24)	8.0(0.31)	10.0(0.39)	13.0(0.51)	15.0(0.59)	18.0(0.71)	20.0(0.79)
10 (3/8)	2.0(0.08)	2.0(0.08)	2.0(0.08)	4.0(0.16)	5.0(0.20)	6.0(0.24)	7.0(0.28)	9.0(0.35)	12.0(0.47)	14.0(0.55)	17.0(0.67)	19.0(0.75)
12-22(1/2-7/8)	1.0(0,04)	2.0(0.08)	2.0(0.08)	2.0(0.08)	4.0(0.16)	5.0(0.20)	5.0(0.20)	7.0(0.28)	10.0(0.39)	12.0(0.47)	14.0(0.55)	17.0(0.67)

<sup>A</sup> Valores aplicados al espesor 3 mm (1/8 pul.) sólo cuando se use el procedimiento alternativo de revisión de 10.7.2.

9.3 *Corte de patrón* – Salvo que se especifique lo contrario (consultar Sección 6), las tolerancias dimensionales para el corte de patrón del vidrio debe estar especificado (consultar 6.1.7), consultar tolerancias con el fabricante.

9.4 *Llanura* – Debido a la naturaleza de los procesos de manufactura del vidrio termo-endurecido y totalmente templado, estos productos no son planos como el vidrio recocido. La desviación de la llanura depende del espesor, anchura, longitud, y otros factores (consultar 7.3). Por lo general el mayor espesor resulta en productos más planos (consultar 10.7).

9.4.1 *Arco localizado* – El arco localizado para el vidrio rectangular no debe exceder 1.6 mm (1/16 pulg.) por encima de cualquier tramo de 300 mm (12 pulg.)

9.4.2 *Arco total* – El arco total no debe exceder los valores mostrados en la tabla 2 de conformidad con 10.7.2.

## 10. Métodos de prueba

10.1 *Prueba de ajuste de dilatación para revestimiento de cerámica – Condición B, Vidrio revestido de cerámica total o parcialmente:*



10.1.1 *Especímenes* – Preparar la prueba de conformidad con la norma C978.

10.1.2 *Resultados de la prueba:*

10.1.2.1 La adecuación de dilatación entre el vidrio y el revestimiento de cerámica influencia de manera significativa las características de endurecimiento del vidrio. Una adecuación correcta es esencial para asegurar que la reducción significativa del endurecimiento no se deba al revestimiento de cerámica.

10.1.2.2 Cuando las tiras de vidrio recubiertas, curadas, y bien recocidas se prueben de conformidad con la norma ASTM C978, la tensión medida en el vidrio en la interface cerámica-vidrio será de un máximo de 1,52 MPa (220 psi) de tensión o compresión.

10.2 *Durabilidad de las pruebas del revestimiento de cerámica:*

10.2.1 *Especímenes:*

10.2.1.1 Los especímenes para pruebas de durabilidad deben tener un espesor representativo de revestimiento cerámico del mismo tipo y color como se dispuso en los especímenes de 10.1.1. Los especímenes deberán ser vitrificados de una manera normal con un lote de producción.

10.2.1.2 Las muestras para pruebas en 10.2.2 y 10.2.4 pueden ser de cualquier tamaño conveniente.

10.2.2 *Prueba de porosidad* – Usar el método de prueba A o B.

10.2.2.1 *Método de prueba A – Prueba de brillo*

(1) *Procedimiento* - Con un brillómetro conforme al método de prueba C346, compruebe el valor de brillo. El brillómetro estará calibrado de tal manera que el valor de brillo que se lea con el vidrio negro pulido de índice de refracción 1.540 tenga un valor de 55,9 (consultar Método de prueba C346 para información detallada). Nota: Los valores de calibración del brillómetro pueden variar en base a la muestra proporcionada por el proveedor del instrumento.

(2) *Resultados* - La penetración de agua a través de la cerámica porosa puede causar la separación de la capa de cerámica de la base del vidrio en temperaturas bajo cero; se sabe que la cerámica con brillo adecuado prohíbe la entrada de agua, evitando dicho problema. La

falta de brillo adecuado también puede causar decoloración. Cuando se prueba, el valor de brillo debe ser como mínimo 35 al momento de la fabricación. El brillo mínimo 35 no puede aplicarse a fritas cerámicas translúcidas ni de color claro como el grabado, arenado y las de color blanco.

10.2.2.2 *Método de prueba B – Prueba de tinta china:*

(1) *Procedimiento* – El espécimen debe estar a temperatura ambiente. Raspar ligeramente un área de aproximadamente 25 por 75 mm (1 por 3 pulg.) del revestimiento de cerámica con diez pases de una hoja de afeitar en posición de diez y cuatro en punto formando un ángulo de 45 ° respecto a la superficie del espécimen. Dibujar una línea con tinta china a lo largo del área de 75 mm (3 pulg.) de dimensión. Después de que la tinta haya estado en la muestra durante 15 minutos, aplique una pasta abrasiva fina sobre la línea y frote con un cepillo de ensayo hasta que se retire la pasta del área de la línea. Ver el área de fregado bajo una fuente de luz difusa a simple vista para determinar si cualquier residuo permanece en el revestimiento cerámico.

(2) *Resultados* – Los depósitos residuales de tinta indican una porosidad del revestimiento de cerámica que permitirá la penetración de humedad, lo que puede resultar en una decoloración del revestimiento de cerámica o una separación del revestimiento y el sustrato de vidrio en temperatura bajo cero, o ambos.

10.2.3 *Prueba de resistencia al álcali* – Los especímenes para la evaluación de la resistencia a los álcalis serán preparados y probados de conformidad con la norma ASTM C1203. La pérdida del peso medido no podrá exceder de 0,0028 g / cm<sup>2</sup> (0,000153 oz / pulg<sup>2</sup>).

10.2.4 *Prueba de resistencia ácida* – Los especímenes para la evaluación de la resistencia al ácido se someterán a prueba de conformidad con la norma ASTM C724. La resistencia a los ácidos del espécimen será de cinco o más para ser considerada aceptable, y no se debe observar manchas visibles cuando el lado sin decoración de la muestra se vea sobre un fondo opaco.

10.3 *Prueba de resistencia a roturas en forma de lluvia para un ensamblaje de vidrio y material de refuerzo adherido* – Se aplica al vidrio Condición A, Condición B o Condición C cuando se utiliza en aplicaciones de cristal spandrel. (NOTA – la capacidad





de resistencia a roturas en forma de lluvia es opcional y tiene por objeto proporcionar la retención temporal de las capas rotas de vidrio en aplicaciones de cristal spandrel.) (Ver 6.1.13).

10.3.1 *Frecuencia de pruebas* – A menos que se especifique lo contrario, la prueba de resistencia a roturas en forma de lluvia se realizará con especímenes tomados del lote de producción inicial y, posteriormente, sólo cuando se realicen cambios en el ensamblaje.

10.3.2 *Medida del espécimen* – El tamaño del espécimen será de 863 por 1.930 mm (34 por 76 pulg.) con una tolerancia de 61,6 mm (1/16 pulg.) en cada dimensión.

10.3.3 *Procedimiento de la prueba* – Probar por 100 ciclos y repetir sin dejar tiempo entre ciclos. Realizar cada ciclo secuencialmente de la siguiente manera:

10.3.3.1 Mantener por 1 h a -29°C (-29°F) con humedad ambiente.

10.3.3.2 Durante las siguientes 3 h, incrementar la temperatura de -29 a 82°C (-20°F a 180°F) con humedad relativa de 95 a 100% cuando se está por encima de los 5°C (41°F).

10.3.3.3 A continuación, mantener durante 1 hora a 82°C (180°F), con una humedad relativa del 95 al 100%.

10.3.3.4 Durante las próximas 3 h, disminuir la temperatura de 82 a -29°C (180 a -20°F) con humedad ambiente.

10.3.4 *Estabilización de la muestra* - Después de completar el procedimiento de prueba de 10.3.3.4, se deja reposar la muestra durante al menos cuatro horas a temperaturas entre 20 y 30°C (68 y 86°F).

10.3.5 *Aparato de prueba* - Cada espécimen modificado se monta en un marco de ensayo como se especifica en la norma ANSI Z97.1 o CPSC 16 CFR 1201 para llevar a cabo la prueba de presión de 10.3.7.

10.3.6 *Factura del vidrio* – Mientras que el espécimen está en el marco de ensayo, romper la muestra con un punzón de resorte en el punto medio de cada borde vertical y 25 mm (1 pulg.) hacia el interior del borde. Las grietas y fisuras que se puedan desarrollar son permisibles.

10.3.7 *Carga de viento* - Someter cada muestra después de la rotura a diez ciclos de presión positiva y negativa en 200 Pa (4 libras por pie cuadrado) para

simular la acción de la carga de viento contra un edificio. Cada presión positiva y negativa tendrá una duración de 5 minutos.

10.3.8 *Interpretación de las pruebas* - Aunque las grietas y fisuras que se puedan haber desarrollado son permisibles, no se debe producir ninguna abertura por la cual una esfera de 76,2 mm (3 pulg.) de diámetro pueda pasar libremente, ni habrá áreas únicas o múltiples con una superficie cumulativa total de más de 58 cm<sup>2</sup> (9 pulg<sup>2</sup>) en el que una capa adjunta u otro material de refuerzo se separe de la copa.

10.4 *Detección de defectos para defectos puntuales (nudos, suciedad, piedras, trituración, inclusiones gaseosas y otros defectos similares):*

10.4.1 *Condición A, B (Sólo parcialmente revestido)*, y *C* – Consultar métodos de prueba y criterios de evaluación en la Especificación C1036.

10.4.2 *Condición B (Totalmente revestido)* – El vidrio se debe ver por la luz reflejada desde la superficie vista. Colocar la muestra de vidrio contra un material opaco de apoyo de seguridad en posición vertical. Ver la muestra desde una distancia de aproximadamente 1 m (39 pulg.) para la detección inicial de defectos. Consultar los criterios de evaluación de la Especificación C1036.

10.5 *Detección de defectos para defectos lineales (rasguños, rozaduras, hendiduras y otros defectos similares):*

10.5.1 *Condición A, B (Sólo parcialmente revestido)* y *C* – Consultar métodos de prueba y criterios de evaluación en la Especificación C1036.

10.5.2 *Condición B (Totalmente revestido)* - El vidrio se debe ver por la luz reflejada desde la superficie vista. Colocar la muestra de vidrio contra un material opaco de apoyo de seguridad en posición vertical. Ver la muestra desde una distancia de aproximadamente 1 m (39 pulg.) para la detección inicial de defectos. Consultar los criterios de evaluación de la Especificación C1036.

10.6 *Resmas, cuerdas, líneas y distorsión:*

10.6.1 *Condición A, B (Sólo parcialmente revestido)* - Consultar tablas referentes a los defectos permitidos en la Especificación C1036.

10.6.2 *Condición B (Totalmente revestido)* – No aplica

10.7 *Arco localizado y total:*



10.7.1 *Arco localizado* - Coloque la muestra de vidrio en posición vertical independiente, apoyada en bloques en las esquinas. Con el vidrio en esta posición, coloque una regla de borde recto de 300 mm (12 pulg.) de largo en cualquier parte de la superficie cóncava.

10.7.2 *Arco total* - Coloque la muestra de vidrio en posición vertical independiente, apoyada en bloques en las esquinas. Con el vidrio en esta posición, coloque una regla de borde recto a través de la superficie cóncava, en paralelo a y dentro de 25,4 mm (1 pulg.) de uno de los bordes, y abarcando desde un borde hasta el otro borde opuesto, y mida la desviación máxima con un calibrador de ahusamiento o un calibre fijo, un indicador de dial, o una regla graduada fina. Cuando el procedimiento anterior no sea práctico para los tamaños más grandes de 3 mm (1/8 pulg.) de espesor, coloque el vidrio sobre una superficie plana, con el lado cóncavo hacia abajo, y use un calibrador de ahusamiento o un calibre fijo, un indicador de dial, o una regla graduada fina, leyendo en incrementos de 0.02 mm (0.0001 pulg.) para determinar el arco total. Los valores totales del arco que se muestran en la segunda línea de la Tabla 2 se aplican a medidas de 3 mm (1/8 pulg.) cuando se utiliza el procedimiento alternativo (horizontal).

10.8 *Compresión de la superficie y el borde, Vidrio termo-endurecido y totalmente templado* - Examina los especímenes con métodos de refracción polariscópica o de luz para la compresión de la superficie o de borde. Cuando el rango del aparato permita examinar la compresión de borde solamente, obtener el valor promediado para todos los puntos medios de cada borde. Logre esta examinación del vidrio condición B mediante la eliminación del revestimiento de cerámica con ácido fluorhídrico o un paño abrasivo. Pueden ser necesarios aceite y una placa de la cubierta de vidrio deslizante para eliminar el efecto de difusión de la superficie desgastada y exponer bandas de color de compresión.

10.8.1 *Compresión de la superficie, Calor - Vidrio termo-endurecido y totalmente laminado* (consultar 8.1) - La compresión de la superficie debe medirse por medio de métodos de refracción de luz como GASP, DSR, o métodos similares al método de prueba C1279. Se efectuarán dos mediciones de compresión de superficie en cada una de las cinco ubicaciones, orientadas en dos direcciones a 90° entre sí, para un total de diez lecturas

de cada espécimen a analizar. Promediar las diez lecturas para determinar el nivel de estrés de la muestra. Las cinco ubicaciones a ser examinadas se muestran en la FIG. 5.

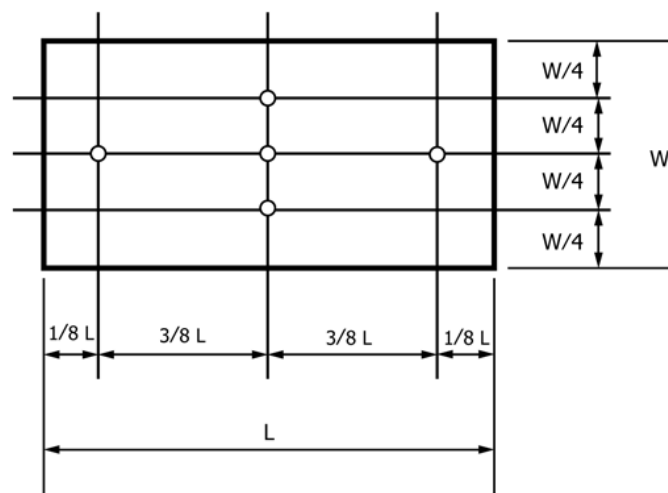


FIG. 5 Cinco ubicaciones examinadas

10.9 *Prueba de rotura, Vidrio totalmente templado* - Evaluar e interpretar de conformidad con ANSI Z97.1 o CPSC 16 CFR 1201 (consultar 8.1.2).

10.10 *Criterios de revestimiento, Condición B, Revestimiento de cerámica* - El vidrio se puede ver por la luz reflejada desde la superficie vista. Colocar la muestra de vidrio contra un material opaco de apoyo en posición vertical. Ver la muestra desde una distancia de aproximadamente 3 m (10 pies) Determinar la aceptabilidad de conformidad con 8.3.1.

10.11 *Criterios de revestimiento para Condición C* - Consultar Especificación C1036.

## 11. Marcado del producto

11.1 El marcado de identificación, cuando se requiera, debe incluir el nombre del fabricante o la marca registrada, y la designación de termo-endurecido o totalmente templado, o una abreviación como TE o Templado. La marca de identificación debe ser permanente o temporal, como se especifica.

11.1.1 *Marca de identificación permanente* - la marca de identificación permanente se puede lograr mediante una variedad de métodos incluyendo el arenado, grabado, calcomanía de cerámica vitrificable o impresión serigráfica, o marcado con láser. La marca se debe encontrar en una o más esquinas del vidrio. Los requisitos para marca de identificación permanente en



vidrio totalmente templado puede variar con la aplicación.

11.1.2 *Marca de identificación temporal* – La marca de identificación temporal debe consistir de una etiqueta que esté adherida al vidrio y que se pueda remover luego de la instalación del vidrio.

## 12. Palabras clave

12.1 compresión del borde; vidrio plano; vidrio termo-endurecido; vidrio con tratamiento térmico; compresión de la superficie, vidrio templado

*ASTM International no toma posición respecto a la validez de los derechos de patente declarados en relación con cualquier artículo mencionado en la presente norma. Los usuarios de esta norma están expresamente avisados de que la determinación de la validez de cualquiera de esos derechos de patente, y el riesgo de violación de esos derechos, son enteramente de su propia responsabilidad.*

*Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por el comité técnico responsable y debe ser revisada cada cinco años y si no ha sido revisada es porque ha sido aprobada de nuevo o ha sido retirada. Sus comentarios son bien recibidos, ya sea para la revisión de esta norma o para normas adicionales y deben dirigirse a la sede de ASTM International. Sus comentarios recibirán una cuidadosa consideración en una reunión del comité técnico responsable, al que puede asistir. Si usted siente que sus comentarios no han recibido una atención debida usted puede hacer conocer sus puntos de vista al Comité de ASTM sobre normas, a la dirección que se muestra a continuación.*

*Esta norma es propiedad intelectual de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428 a 2.959, Estados Unidos. Reimpresiones individuales (copias simples o múltiples) de esta norma se pueden obtener poniéndose en contacto con ASTM en la dirección antes mencionada o al 610-832-9585 (teléfono), 610-832-9555 (fax), o [service@astm.org](mailto:service@astm.org) (correo electrónico); o a través de la página web de ASTM ([www.astm.org](http://www.astm.org)). Los permisos para fotocopiar la norma también se pueden fijar desde el Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, Tel: (978) 646 a 2.600; <http://www.copyright.com/>*