

Curved glass

Vidrios curvados

CRISUNID® - Curved annealed glass
Curvado recocido

CRITEMP® - Curved tempered glass
Curvado templado

Curved glass

Vidrios curvados

Crisunid®

Curved annealed glass

Curvado recocido

Definition

Curved glass was originally conceived at the beginning of the 20th century to provide architects and designers with new ways to bring functionality, elegance and added value to their projects.

Curved annealed glass is manufactured by slowly heating flat glass up to the softening temperature when the flat panel starts slumping by gravity on the customized mold.

Once the desired geometry has been achieved, starts the slow cooling of glass known as “annealing”, a key process as it will determine the visual and structural properties of the final product.

Almost a hundred years later, curved glass has become common in the everyday architecture, asking not only for single curved glass but also compound curves (spheres, corrugated sections, twisting shapes, etc.) either for interiors or exteriors of buildings.

Diagram showing the manufacturing process of curved glass
Esquema de fabricación del vidrio curvado

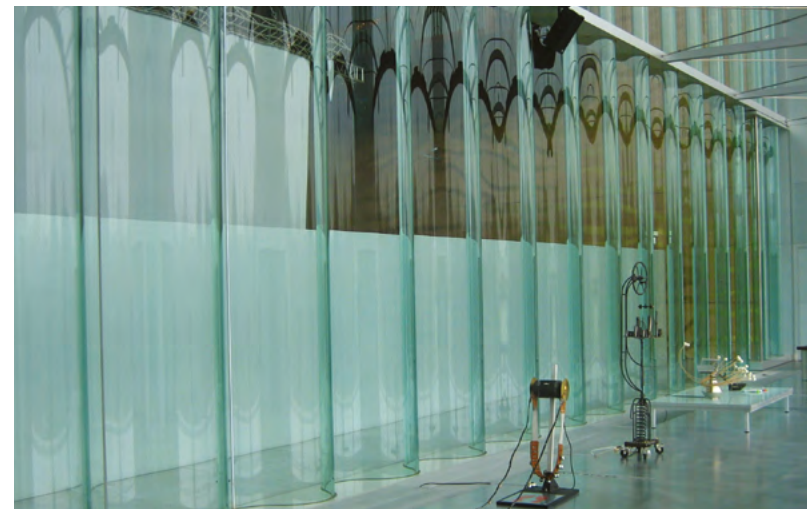


Definición

El vidrio curvado nació a principios del siglo XX como respuesta a la necesidad de arquitectos y diseñadores de encontrar nuevos recursos estéticos que proporcionaran funcionalidad, elegancia y valor añadido a sus proyectos.

El vidrio curvado recocido se obtiene a partir del calentamiento lento de una luna de vidrio plano que, al alcanzar su punto de plasticidad, cae por gravedad sobre un molde hecho a medida. Una vez conseguida la geometría deseada, empieza un proceso clave conocido como “recocido” (enfriamiento lento del vidrio) que determinará la calidad visual y estructural del producto final.

Hoy en día, el vidrio curvado se ha convertido en un elemento indispensable en la arquitectura actual, que no sólo pide vidrios de un solo radio sino también piezas de geometría compleja (casquetes esféricos, vidrios ondulados, etc.) tanto para interiores como para exteriores de edificios.



Casa da Música, Porto



Molds / Moldes

Curved glass

Vidrios curvados

Crisunid®

Curved annealed glass
Curvado recocido

Applications

Curved annealed monolithic glass is nowadays mainly used in interior and industrial design:

- Home and professional lighting
- Furniture (tables, counters, etc.)
- Display cabinets and glass showcases
- Office partitions
- Refrigerated display cases
- Safety convex street mirrors
- Rear-view mirrors

Advantages

What makes curved glass so unique is its versatility, opening up to endless structural possibilities.

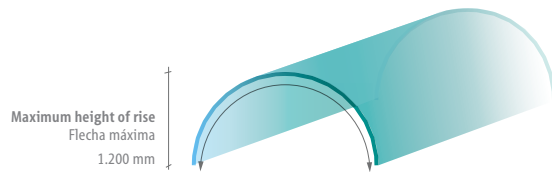
Aplicaciones

Los usos más frecuentes del vidrio curvado recocido monolítico los vemos en diseño industrial e interiorismo:

- Iluminación de hogares y oficinas
- Mobiliario (mesas, mostradores, etc.)
- Mamparas de oficina
- Vitrinas frigoríficas
- Espejos esféricos de seguridad
- Retrovisores

Ventajas

Una de las mayores ventajas del cristal curvado es su versatilidad y el amplio abanico de opciones estructurales que permite.



Minimum radii according to glass thickness
Radios mínimos según espesores del vidrio

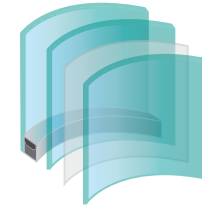
Thickness Espesor	Radius* Radio
4 a 6 mm	100 mm
6 a 8 mm	150 mm
8 a 10 mm	250 mm
> 10 mm	300 mm



Curved Annealed Glass
Vidrio Curvado Recocido

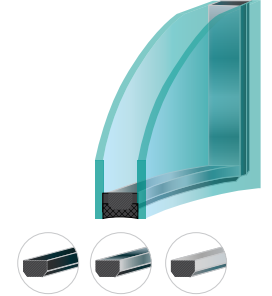


Curved Annealed Laminated
Curvado Recocido Laminado



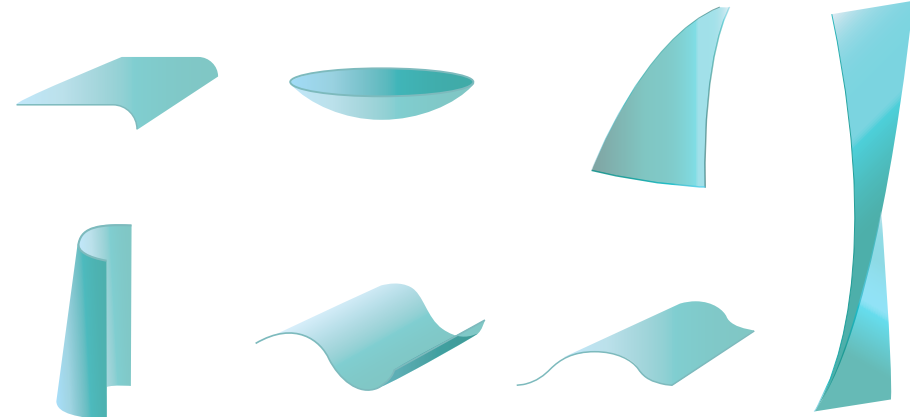
Curved Annealed Double-Glazing
Curvado Recocido en Doble Acristalamiento

Insulating glass
Doble acristalamiento



Spacers in aluminium, stainless steel (silver or black) and WarmEdge by Superpacer®
Varillas en aluminio, acero inoxidable (plata o negro) y WarmEdge by SuperSpacer®

Curved Annealed Glass - Most common geometries Curvado Recocido - Geometrías más habituales



Crisunid®
Curved annealed glass
Curvado recocido

Technical data / Características técnicas

M L R T

10.000 mm / 394"



3.200 mm / 126"

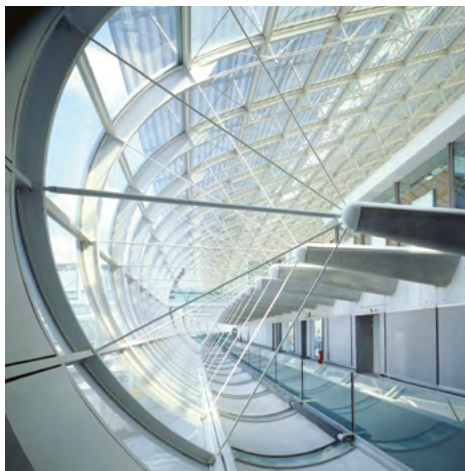
Curved glass

Vidrios curvados

Crisunid®

Curved annealed glass

Curvado recocido



Aéroport Charles de Gaulle,
Roissy, France

Curved Annealed Crisunid®

feasible in:

- **Non-coated glass:** clear float, low iron, body-tinted, drawn/rolled/patterned and kiln cast glass, acid etched or sandblasted. Also screen-printed glass, with the ceramic frit on any surface and no need for tempering or heat strengthening to bake enamelling.
- **Coated glass:** curved annealing process allows for hard/pyrolytic/on-line coatings but also some strong soft/magnetron/off-line coatings. Feasibility depends on the type of coating but also on the radius, specific curved section, glass thickness and shape. Coating can be placed on any face desired. For further information on coatings feasibility, please get in touch with Cricursa.

Curvado Recocido Crisunid®

es posible en:

- Vidrios sin capa: float, extraclaro, tintado en masa, impresos/texturizados y fundidos; acabados al ácido o a la arena. También vidrio serigrafiado, con la pintura en cualquier cara y sin necesidad de un proceso térmico de templado o termoendurecido para vitrificar la pintura.
- Vidrio con capa: el proceso de curvado recocido permite curvar capas duras/pirolíticas y también algunas capas blandas/magnetronicas. Las posibilidades dependen del tipo de capa y de otros factores como el radio de curvatura, el espesor del vidrio o la forma del mismo. Las capas magnetronicas o blanda deberán ir siempre en cara cóncava, es decir, si entrar en contacto con el molde. Consultar con Cricursa para posibilidades específicas en cada caso.

		Thermal resistance Resistencia térmica	Mechanical resistance Resistencia mecánica	Surface compression Compresión en la superficie
Annealed / Recocido		40 K	45 N/mm ²	0 MPa
	Float	100 K	70 N/mm ²	40-60 MPa
Heat Strengthened Termoendurecido	S-P. / Serigr.	100 K	45 N/mm ²	40-60 MPa
	Rolled / Impreso	100 K	55 N/mm ²	40-60 MPa
Tempered Templado	Float	200 K	120 N/mm ²	>90 MPa
	S-P. / Serigr.	200 K	75 N/mm ²	>90 MPa
	Rolled / Impreso	200 K	90 N/mm ²	>90 MPa

Characteristics

- Slow bending process (by gravity), with long heating up and slow cooling down.
- Design freedom or free-form is feasible. From single radius to organic complex geometries. Any 3D shapes can be studied.
- Wide range of compositions available. Among them we point out:
 - Extremely different thicknesses can be laminated together (for instance, 6mm drawn glass +19mm low iron)
 - Ceramic frits can be used, on any surface, however better if these are placed on concave surface.
 - All hard coatings but just some soft ones. For further more detailed information, please get in touch with Cricursa.
 - Coloured and printed PVB. High security interlayers.
- Oversized panels available. New bespoke furnaces can be engineered and fabricated if the uniqueness of the project requires it.
- Excellent optical quality resulting from precise and slow slumping.
- High control of tolerances with minimal edge off-setting in laminated lites.
- No post-bending residual stress.
- Breakage pattern: large parts with structural behaviour if laminated.
- Edge working can be done afterwards, manually, if required.

Propiedades

- Lento proceso de curvatura por gravedad; lento calentamiento y enfriamiento.
- Libertad en el diseño de la geometría del vidrio, desde piezas con 1 sólo radio a geometrías orgánicas.
- Amplia variedad de composiciones que se pueden curvar. Entre otras:
 - Vidrios de distinto espesor pueden laminarse juntos (Ej. 6mm texturizado +19mm extraclaro)
 - Serigrafía puede curvarse en cualquier cara, siempre mejor en cara cóncava.
 - Se pueden curvar todas las capas duras y algunas blandas. En el caso de vidrios esféricos, se tendrá que valorar el grado de curvatura en los dos sentidos para asegurar la fabricabilidad.
 - Butirales de color o gráficos impresos en el PVB. Láminas de alta seguridad.
- Grandes dimensiones disponibles. Se pueden diseñar y construir en Cricursa hornos a medida si la singularidad del proyecto lo requiere.
- Calidad óptica excelente, como resultado de un proceso de curvado de alta precisión.
- Alto control de tolerancias con mínimo decalaje de cantos en el laminado.
- Tensiones residuales inexistentes.
- Patrón de rotura en grandes piezas, con características estructurales post rotura sobre todo en el caso Crisunid®, curvado laminado.
- Corte o manufactura a mano puede hacerse después del proceso de curvado.

Curved glass

Vidrios curvados

Critemp®
Curved tempered glass
Curvado templado

Definition

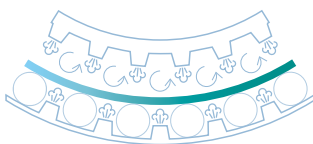
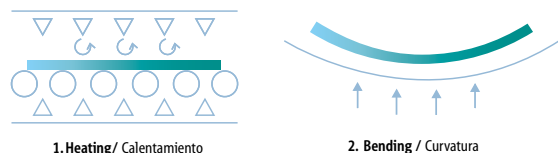
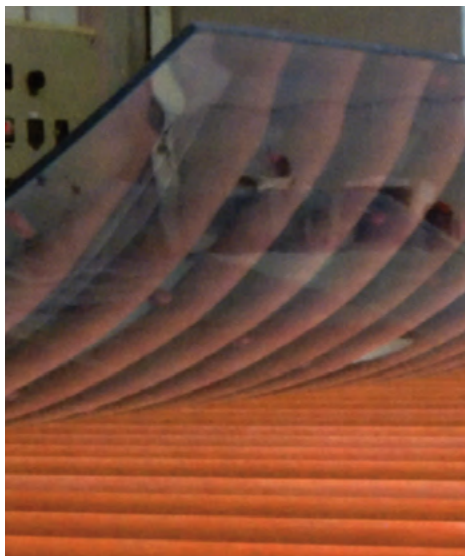
Curved tempered glass is produced throughout a process of heating, bending and a final stage of fast cooling, known as quenching.

As a result, the molecular structure of the material is altered and high compressive stresses appear on the glass surfaces, improving its resistance to mechanical, compressive and impact stresses onto the glass.

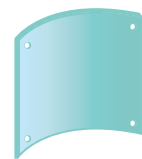
Definición

El vidrio curvado templado se consigue mediante un proceso de calentamiento, curvatura y rápido enfriamiento del vidrio.

El resultado es una transformación estable de su estructura molecular, que produce unas tensiones permanentes que incrementan la resistencia mecánica a la flexión, a la compresión y al impacto.



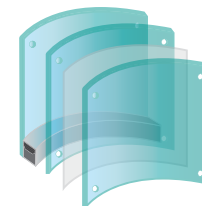
2. Fast cooling (quenching) / Enfriamiento rápido



Curved tempered glass
Vidrio curvado templado

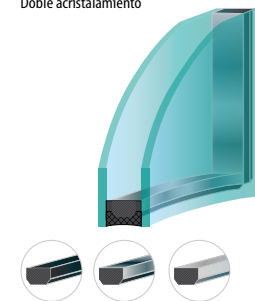


Tempered laminated glass
Vidrio templado laminado



Tempered laminated double-glazing
Templado laminado doble acristalamiento

Insulating glass
Doble acristalamiento



Spacers in aluminium, stainless steel (silver or black) and WarmEdge by Superpace®
Varillas en aluminio, acero inoxidable (plata o negro) y WarmEdge by SuperSpacer®

Curved Tempered Critemp® feasible in:

- **Non-coated glass:** clear float, low iron, body-tinted, acid etched or sandblasted. Drawn/rolled/patterned and kiln cast glass depending on the pattern and its depth. Screen-printed whenever the ceramic frit is located on the concave surface.
- **Coated glass:** curved tempered and heat strengthened process opens the door to the most powerful low-e and high selectivity coatings, that allow for high performances in LT, G-Value and U-Value (1,0 W/m²-K in double-glazing; 0,6 W/m²-K in triple glazing). Mandatory soft coatings always on concave surface.

Heat Soak Test (HST)

- 600 x 3000 mm (236" x 118")

Curvado Templado Critemp® es posible en:

- **Vidrios sin capa:** float, extraclaro, tintado en masa, acabados al ácido o a la arena. Algunos impresos, grabados, texturizados y fundidos, dependiendo de la profundidad y diseño de la textura. Se puede curvar vidrio serigrafado, siempre y cuando la pintura esté en cara cóncava.
- **Vidrio con capa:** el curvado templado y el termoendurecido abre las puertas al uso de capas de altas prestaciones en LT, Factor Solar y transmitancia térmica (Valor K de 1,0 W/m²-K en doble acristalamiento y 0,6 W/m²-K en triple acristalamiento).

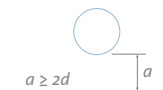
Heat Soak Test (HST)

- 6000 x 3000 mm (236" x 118")

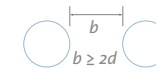
Position of holes according to UNE-EN 12150

It depends on:

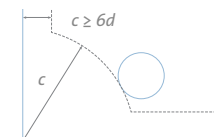
- Nominal thickness of glass (d)
- Panel dimensions (B, H)
- Hole diameter (Ø)
- Panel shape
- Number of holes



1) Distance on the edges of the glass panel
Distancia relativa a los bordes del panel del vidrio



2) Distance between two holes
Distancia entre dos orificios



3) Distance on the corners of the glass panel
Distancia relativa a las esquinas del panel del vidrio

Curved glass

Vidrios curvados

Critemp®

Curved tempered glass

Curvado templado

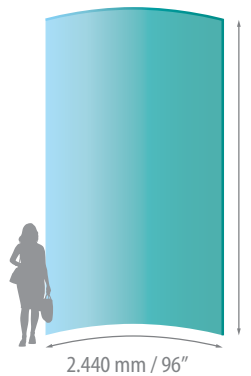
Oven 1 / Horno 1

Thickness Espesor	Radius* Radio	Angle Ángulo
5 mm	1000 mm	140°
6 mm	1000 mm	140°
8 mm	1200 mm	116°
10 mm	1200 mm	116°
12 mm	1500 mm	93°
15 mm	2500 mm	56°
19 mm	2500 mm	56°

* Minimum radii. / Radios mínimos

In case of Low-E, minimum Radius: 2000 mm.
Para Low-E, Radio mínimo: 2000 mm.

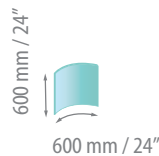
For heat strengthened glass, Thicknesses: 5, 6, 8, 10.
Para vidrio termoendurecido, Espesores: 5, 6, 8, 10.



Maximum dimensions
Dimensiones máximas

* Up to 5.000 under specific request
Posibilidades de 5.000, consultar

Minimum dimensions (oven 1 & 2)
Dimensiones mínimas (hornos 1 & 2)



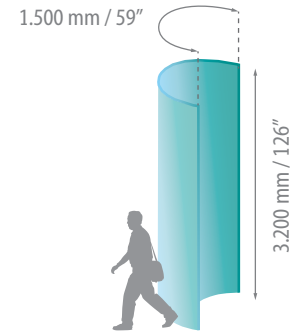
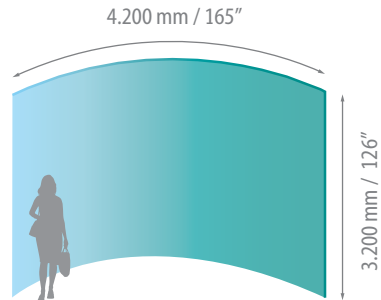
Oven 2 / Horno 2

Thickness Espesor	Radius* Radio	Angle Ángulo
6 mm	2000 mm	120°
8 mm	2000 mm	120°
10 mm	2500 mm	96°
12 mm	3000 mm	80°
15 mm	3500 mm	68°
19 mm	3000 mm	80°

* Minimum radii. / Radios mínimos

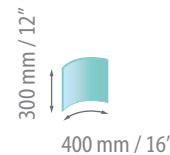
In case of Low-E, minimum Radius: 3000 mm.
Para Low-E, Radio mínimo: 3000 mm.

For heat strengthened glass, Thicknesses: 6, 8, 10.
Para vidrio termoendurecido, Espesores: 6, 8, 10.



Maximum dimensions
Dimensiones máximas

Minimum dimensions
Dimensiones mínimas



Oven 3 / Horno 3

Thickness Espesor	Radius* Radio	Angle Ángulo
6 mm	700 mm	132°
8 mm	900 mm	86°
10 mm	1000 mm	98°
12 mm	1200 mm	71°

* Minimum radii. / Radios mínimos

In case of Low-E, minimum Radius: 2000 mm.
Para Low-E, Radio mínimo: 2000 mm.

For heat strengthened glass, Thicknesses: 6, 8, 10.
Para vidrio termoendurecido, Espesores: 6, 8, 10.



For conical tempered glass, please get in touch with Cricursa for feasibility
Para curvado templado cónico, contactar con Cricursa

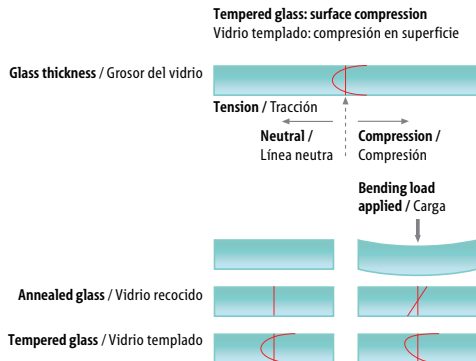
Curved glass

Vidrios curvados

Critemp®

Curved tempered glass

Curvado templado



Characteristics

- **Fast production:** quick heating up followed by immediate gravity bending & fast quenching.
- **Only single radius is feasible,** although in some specific cases, conical glass can be considered.
- **General compositions available:**
 - If laminated, thickness rather be equal (for instance, 6+6mm, 8+8mm,....)
 - Ceramic frit always on concave surface.
 - High selectivity coatings (on concave surface). Hard coatings can go either on convex or concave surface.
 - Coloured interlayers can result in a mottled effect.
- **Maximum sizes based on the three ovens available** (see page 34)
- **Good optical quality due to the usage of convection non-static furnaces with convection heating up and high speed bending.**
- **High surface compression (90-120MPa)**
- **Breakage pattern:** little shards known as “dice”.
- **Bending tolerances not so tight as in curved annealed glass due to bending speed production.**
- **No possibility of edge working once the glass has been curved.**

Propiedades

- **Alta velocidad de producción:** curvatura por gravedad y rápido enfriamiento por soplado de alta presión.
- **Radio único, vidrios cilíndricos.** En algunos casos se puede estudiar geometría cónica.
- **Composiciones genéricas posibles:**
 - En el caso de templado laminado, se recomienda que los espesores de los dos vidrios sean siempre iguales (Ej. 6+6mm, 8+8mm,....)
 - Serigrafía siempre en la cara cóncava.
 - Capas de alta selectividad, siempre en la cara cóncava.
 - Capas duras en cara cóncava o convexa.
 - Riesgo de obtener zonas con distinta intensidad de color al laminar butirales de color.
- **Dimensiones máximas en base a los tres hornos disponibles** (ver página 34)
- **Buena calidad óptica gracias a la utilización de hornos no estáticos con calentamiento por convección y gran velocidad de curvatura.**
- **Alta compresión de superficie (90-120MPa)**
- **Patrón de rotura en pequeñas partículas.**
- **Tolerancias de fabricación no tan precisas como las que se consiguen con curvado recocido debido a la rapidez de producción.**
- **Imposibilidad de manufactura una vez curvado.**