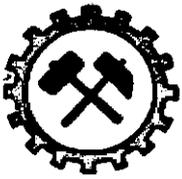


13761

CATALOGADO



CIIM



CENTRO DE INVESTIGACION PARA LAS INDUSTRIAS MINERALES

AUSPICIADO POR I. N. T. I. Y B. N. D.

Sr. Director Area Supervisión de Contrataciones Técnicas del CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES Dr. Juan Carlos Zabalza

O. T. N°	1758406
O. T. II	0002948
Laborato	0005007
Informe	0000427
Tipo c	Unico
Zecha	291173
Ar.	0500000

TECNOLOGIA DEL VIDRIO PLANO, SU ESTADO ACTUAL A NIVEL MUNDIAL Y EN NUESTRO PAIS

DIRECCION DE COORDINACION

PASE A:

DIREC. COOPERACION

DIREC. INVESTIGACIONES

DIREC. DE POL. y PLANES

AREA LOGISTICA

AREA SUP. CONTRAT. TEC.

AREA ASESORIA JURIDICA

SUBLEDE

FECHA 9-12-73

Mari, Eduardo

EXPEDIENTE N° 5339

Agregado N° 30 NOV 1973

10000 FECHA

Via. Sec. Pase Dirección Cooper. fecha 4/12/73

H. 22283 M. 11

TECNOLOGIA DEL VIDRIO PLANO, SU ESTADO ACTUAL A NIVEL MUNDIAL Y EN

NUESTRO PAIS

1.- Tecnología más avanzada en el mercado mundial. Patentes y escalas de producción mínima:

El vidrio plano es hoy día un objeto de uso común (ventanas, cerramientos en general, ventanillas para vehículos de todo tipo, espejos, decoración y usos especiales). Sin embargo, es una de las formas de vidrio más difícil de producir en escala industrial y con un nivel de calidad constante. Las tecnologías de fabricación tienen una larga historia de éxitos y fracasos, son notablemente complejas y las inversiones en plantas son elevadas. Las razones de todo ésto deben buscarse en las mismas características del material vidrio, que debe manipularse a elevadas temperaturas para darle forma, y requiere una serie de controles extremos en todo su procesamiento. El conocimiento aún insuficiente de tales características, hace que pese a la automatización creciente, la industria del vidrio presente una elevada componente artesanal y una tradición de "secreto" que impide la rápida difusión de la información.

Por estos motivos y dado que la expresión "vidrio plano" cubre una diversidad de productos y procesos, hemos creído conveniente dar primero algunas definiciones y reseñar la evolución y las tendencias actuales de las tecnologías de fabricación, así como las características técnico-económicas de los principales procesos.

1.1.- Definiciones:

Según las Normas IRAM, Vidrio plano es un vidrio en forma de lámina o placa transparente, traslúcida u opaca, que se obtiene por laminación, estirado o soplado (1). Como veremos más adelante, esta definición resulta hoy incompleta, ya que hay que agregar el nuevo proceso de "flotado". Debemos agregar también que el vidrio plano puede ser incoloro o de color.

El Vidrio plano pulido es un vidrio transparente, cuyas dos caras aplanadas y paralelas originan una visión

nítida (1). Este material se denomina comunmente (y erróneamente) "cristal".

Las Normas ASTM dan algunas definiciones adicionales, que, como son generalmente aceptadas y utilizadas, conviene tener en cuenta (2).

Vidrio plano ("Flat glass"): denominación genérica que comprende vidrio en hojas ("sheet glass"), vidrio en placas ("plate glass") y varias formas de vidrio laminado ("rolled glass").

Vidrio en hojas: vidrio plano fabricado por estiramiento continuo. (En castellano conocido como "vidrio plano estirado").

Vidrio en placas: vidrio formado por un proceso de laminado, esmerilado y pulido en ambas caras, con superficies esencialmente planas y paralelas. (Esta definición incluye esencialmente el "vidrio plano pulido", obtenido por pulido de vidrio colado o laminado).

Vidrio laminado: vidrio plano formado por laminado entre rodillos.

En nuestro país se usa incorrectamente el término "vítrea" para denominar al vidrio plano transparente grueso, de más de 4 mm de espesor. Se trata de una denominación comercial, introducida en la época de la Segunda Guerra Mundial y que no tiene justificación. También son incorrectas las denominaciones "cristal", "medio cristal", etc., aunque en este caso ya no son exclusivas de nuestro país sino que provienen de Francia e Italia. Al vidrio colado y pulido para espejos se lo denomina "luna" en España, pero no en nuestro país (3).

Como lo expresamos más arriba, debemos agregar la definición de vidrio flotado, material obtenido por un nuevo proceso al cual nos referiremos con detalle más adelante. Dado que no hay ninguna definición "oficial", adoptaremos la siguiente:

Vidrio flotado: vidrio plano fabricado por extensión de una lámina de vidrio sobre la superficie de un metal fundido. El vidrio flotado tiende actualmente a sustituir a los tipos de vidrio plano pulido y estirado.

También debemos agregar la definición de:

Vidrio opal: vidrio de aspecto lechoso de diversos grados de opacidad (1). Llamado comunmente "opalina".

Vidrio atérmico: vidrio plano que, por su composición o por un tratamiento superficial, absorbe o refleja parte de la radiación calórica del sol.

TIPOS DE VIDRIO PLANO FABRICACION EN EL PAIS

Soplado	No
Laminado:	
Translúcido	Si
Impreso	Si
Armado	Si
Estirado ("vidrio transparente", "vidrio de ventanas")	Si (hasta 9 mm de espesor)
Pulido ("cristal")	No
Flotado	No

TIPOS ESPECIALES

Translúcido de color	Pequeñas cantidades
Transparente de color	No
Opal	Si
Atérmico	No

Además de estos tipos de vidrio plano de primera elaboración, obtenidos directamente a partir del vidrio fundido, debemos mencionar otras variedades de segunda elaboración, obtenidas a partir de algunos de los tipos anteriores. Por lo general, las empresas que se dedican a segunda elaboración son diferentes de las que manufacturan los tipos básicos. Entre los derivados más importantes de segunda elaboración mencionaremos:

Ⓐ Vidrios de seguridad: de dos tipos, templados y laminados o sandwich (dos placas con una lámina plástica interpuesta). Utilizados en construcción, vehículos y otros usos.

Ⓐ Vidrios difusores: plaqués, esmerilados o sandwich.

Utilizados en iluminación.

- Trozos cortados: de diversas formas y tamaños, para usos diversos.
- Paneles y complejos vítreos: para aislación acústica, térmica, etc.
- Recubrimientos varios: decorado, tallado, etc., para fines artísticos.

En lo que sigue no nos referiremos a estos productos.

1.2.- Antecedentes:

Dadas las grandes dificultades para su fabricación, el vidrio plano no se conoció en la antigüedad. Los primeros vidrios planos, de pequeñas dimensiones, espesores irregulares y muchos defectos, comenzaron a fabricarse en Inglaterra por el proceso CROWN, y en Venecia y luego en Alemania por soplado, entre los siglos XV y XVII.

El proceso CROWN consistía en soplar un globo esférico de vidrio, aplastarlo hasta la mitad y luego hacerlo rotar rápidamente, de manera de formar un disco de vidrio de hasta 1 m de diámetro. Una vez enfriado, se cortaban trozos de las partes más homogéneas. Este procedimiento, puramente artesanal, se usó hasta fines del siglo XVIII para fabricar vidrios para ventanas (4). Se siguió utilizando hasta la Primera Guerra Mundial para fabricar vidrios para anteojos y cubre y portaobjetos para microscopía. Este proceso no ha tenido ninguna derivación.

El proceso de SOPLADO consiste en fabricar cilindros de vidrio, de dimensiones variables. Luego de cortarles los extremos y de hacerles un corte longitudinal, los cilindros se colocan en hornos donde se abren y aplanan mediante herramientas adecuadas. Este procedimiento se usa aún hoy día cuando se trata de fabricar pequeñas cantidades de vidrios planos especiales, como vidrios de color, plaqué, "antiguos", etc. (4, 5, 6).

En 1668, Louis de Néhou llevó a cabo en Saint Gobain, Francia, en la vidriería creada por Luis XIV para hacer frente al monopolio veneciano del vidrio, la primera fabricación de planchas de vidrio por el proceso de COLADO.

El vidrio fundido se colaba sobre una plancha de hierro y se estiraba mediante rodillos del mismo metal. La superficie resultaba rugosa y se debía pulir a mano, pero la plancha era perfectamente plana y se podían fabricar fuertes espesores, cosas ambas imposibles de conseguir con el proceso de soplado. Este vidrio se destinó fundamentalmente a la fabricación de espejos y vidrios impresos, y se usa hoy en día para obtener planchas de vidrio de espesores mayores de 3 cm.

Ambos procesos, el soplado y el colado, dominaron la industria del vidrio plano hasta fines del siglo XIX, época en que se comenzó a intentar la mecanización. Ya a mediados del siglo pasado se habían introducido en la industria del vidrio dos innovaciones tecnológicas muy importantes: los hornos regenerativos (que permitieron mayores temperaturas) y la fusión en cubas, en lugar de crisoles (que permitió el trabajo continuo).

Entre 1890 y 1905 se desarrolló en E.E.U.U. el proceso LUBBERS-CHAMBERS, que, basado en el proceso de soplado, se basaba en el estiramiento de un cilindro directamente de la masa fundida, utilizando aire comprimido. Luego de 15 años de pruebas, superando enormes inconvenientes técnicos e invirtiendo una suma de varios millones de dólares, Lubbers y Chambers lograron producir un vidrio para ventanas de buena calidad y vender su patente a varios países europeos. Sin embargo, el advenimiento del proceso FOURCAULT, poco antes de la Primera Guerra Mundial, y del cual nos ocupamos en el párrafo siguiente, hizo obsolescer rápidamente al proceso LUBBERS-CHAMBERS, mucho más complicado y costoso, que dejó de usarse en pocos años. La última planta en E.E.U.U. fue cerrada en 1930 (5).

1.3.- Evolución de las tecnologías de fabricación. Características técnico-económicas de los principales procesos.

Desde los comienzos de la mecanización de los procesos, a principios de siglo, las tecnologías de fabricación del vidrio plano siguieron dos caminos distintos: el estirado de una lámina de vidrio elevándola desde el baño fundido, y el laminado de una masa de vidrio entre dos rodillos. Ambos procedimientos son los que se utilizan en la actualidad. La permanente alternativa entre ambos consiste en que con el estirado se consigue una buena superficie (pulida a fuego), pero las caras distan de ser planas y paralelas. El vidrio laminado, en vez, presenta

caras planas y paralelas pero sus superficies son rugosas.

Otra diferencia básica es que con el estirado se obtienen espesores más delgados, mientras que con el laminado (o eventualmente colado) se obtienen los espesores más gruesos y las mayores dimensiones. Sus campos de aplicación son, pues, complementarios; pero hay que tener en cuenta que el costo del vidrio laminado pulido ("cristal") es del orden del doble del costo del vidrio estirado, dado el costo adicional del proceso de pulido.

Cada sistema ha dado origen a varios procesos, de los cuales mencionaremos los más importantes (4-7).

A.- METODOS POR ESTIRADO

Proceso FOURCAULT: Ideado por el belga Fourcault en 1910/12, se basa en la elevación de una hoja continua de vidrio del baño fundido, mediante la colocación, sobre la superficie de éste último, de una pieza rectangular de material refractario denominada "débiteuse". Esta pieza tiene una acanaladura central por la cual surge el vidrio cuando se presiona la débiteuse hacia abajo. De este modo se evita la contracción de la lámina de vidrio debida a la tensión superficial. En el borde superior de la lámina de vidrio se adhiere una barra metálica, que sirve para elevar en forma continua el vidrio. La lámina continua de vidrio así formada, asciende a través de un sistema de rodillos y cajas de enfriamiento que puede tener hasta 10 - 12 m de alto, y cuando llega a la parte superior es cortada en planchas. El espesor del vidrio se regula controlando la sección de la acanaladura de la débiteuse, la temperatura del vidrio y la velocidad de estiramiento, que puede variar entre 20 y 200 metros/hora. El proceso Fourcault tuvo gran aceptación: luego de la primera guerra mundial comenzó a difundirse en los países europeos y más tarde en U.S.A., donde se originó una variante, el proceso Pittsburgh, del cual nos ocupamos más adelante. Se estima que durante la década del 60, el 50% de todo el vidrio plano producido en el mundo se fabricaba con el sistema Fourcault ó alguna de sus derivaciones.

Proceso LIBBEY-OWENS: Colbuern, en 1906 en E.E.U.U., comenzó sus experiencias de estirado de la lámina de vidrio directamente del baño fundido, y para evitar su encogimiento debido a la tensión superficial, mantenía apretados sus bordes con una serie de rodillos enfriados con agua. En 1912 la Toledo Glass Co.

adquirió sus patentes y prosiguió el perfeccionamiento del sistema, en el cual trabajaron Libbey y Owens. En 1916 comenzó la fabricación en serie. A diferencia del proceso Fourcault, luego de un breve tramo de subida vertical, la lámina de vidrio es plegada mediante un rodillo y prosigue su camino horizontalmente a través de los hornos de recocido. Este proceso se difundió fundamentalmente en los E.E.U.U., en especial para vidrios de automóviles; el principal usuario es la firma LOF (LIBBEY-OWENS-FORD), existiendo varias plantas en Europa. Su complejidad lo pone en desventaja frente al proceso FOURCAULT, pero por otra parte permite obtener una amplia variedad de espesores, de 0,5 mm hasta 30 mm.

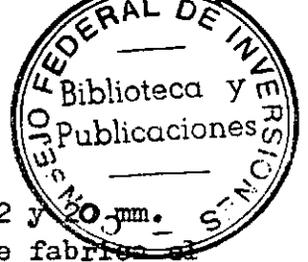
Proceso PITTSBURGH: Este proceso fue desarrollado por la PITTSBURGH PLATE GLASS Co. (PPG), de E.E.U.U.; la producción se inició en 1928 y en 1939 se puso en marcha la primera planta europea, en Inglaterra, por la PILKINGTON BROTHERS. Fundamentalmente reúne las ventajas de los procesos Fourcault y Libbey-Owens, eliminando algunos inconvenientes de ambos. La débiteuse está sumergida en el baño fundido y el estirado se hace en forma vertical. El vidrio obtenido presenta menos defectos (ondulaciones y marcas superficiales) que con los otros métodos. Siendo un sistema más flexible y adaptable a distintas escalas, permite obtener espesores entre 1 mm y 10 mm. El costo del vidrio producido no difiere esencialmente del costo de los otros dos procesos.

B.- METODOS POR LAMINADO

El método de colada de Néhou, al que nos hemos referido, fue mecanizado por BICHERAUX, en 1900, como un proceso de laminado entre un rodillo móvil y una plancha fija. Hubo una gran cantidad de variaciones, pero fundamentalmente la tecnología fue evolucionando hacia el laminado entre dos rodillos móviles y hacia un proceso continuo, ya que el BICHERAUX utiliza crisoles. Entre los procesos más difundidos de laminación continua podemos citar dos:

Proceso FORD: en el cual el vidrio fluído pasa entre un gran rodillo inferior y uno pequeño superior, e ideado especialmente para vidrios para ventanillas de automóviles.

Proceso BOUDIN: en el cual el vidrio fundido pasa, por rebalse, entre dos rodillos y sigue horizontalmente a través del horno de recocido. El rodillo inferior puede tener dibujos o grabados, lo que permite obtener el vidrio impreso.



Con este proceso se pueden fabricar espesores entre 2 y 20 mm. Incorporando una tela metálica entre los rodillos, se fabrica el vidrio armado (procesos APPERT y SCHUMAN).

Las planchas de vidrio obtenidas con los métodos de laminado tienen sus superficies rugosas. Para gran cantidad de usos se adaptan perfectamente (vidrios translúcidos, impresos, armados, etc.). Pero si se quiere la transparencia (para ventanas y cerramientos en general, y para la fabricación de espejos), se deben desbastar y pulir. Se obtiene así el vidrio plano pulido, llamado comunmente "cristal", que presenta caras planas y paralelas, y su masa es perfectamente homogénea y transparente.

Hasta fines del siglo pasado el pulido se realizaba a mano; luego el proceso se mecanizó y hoy en día existe una gran diversidad de maquinarias que trabajan una cara por vez o ambas al mismo tiempo. Las plantas de pulido son instalaciones muy costosas, el procedimiento es muy lento y el producto tiene un costo del orden del doble del vidrio plano estirado. Los espesores van de 3 mm hasta 30 mm.

Para usos comunes (ventanas, etc.) el vidrio estirado tiene prioridad, pero cuando aumentan las exigencias, por motivos estéticos, técnicos o de seguridad, se usa el vidrio plano pulido o "cristal".

1.4.- Tecnología más avanzada. Tendencias actuales

La situación que hemos descripto relativa a la tecnología del vidrio plano, es decir, la existencia de dos procesos (estirado y laminado) "en equilibrio", durante muchos años, se ha visto alterada en los últimos por la aparición de una nueva tecnología: el proceso de flotado.

Entre 1952 y 1959 la firma PILKINGTON BROTHERS, de Inglaterra, desarrolló este método, comenzando en 1959 con la fabricación en escala reducida, alcanzando luego una gran expansión. El proceso consiste, fundamentalmente, en hacer pasar una lámina continua de vidrio fundido, proveniente del horno de cuba tradicional, sobre un baño de estaño metálico fundido. Esto debe hacerse bajo atmósfera controlada, para evitar la oxidación del metal, y con un gradiente decreciente de temperaturas perfectamente regulado, para eliminar inhomogeneidades del vidrio. Luego, ya más fría, la lámina de vidrio pasa al horno de recocido y luego

al corte.

El vidrio plano flotado tiene superficies planas y paralelas y pulidas a fuego, y masa de gran homogeneidad. Por lo tanto, participa de todas las ventajas de los métodos de estirado y laminado/pulido juntos, y de ninguna de sus desventajas. El único espesor fabricado inicialmente era de 1/4" (6,4 mm); actualmente se fabrican espesores entre 3 y 15 mm. Debido al estricto secreto que se guardó inicialmente sobre este proceso, sólo en fecha relativamente reciente se han podido conocer detalles técnicos y económicos (4,6,8-12). Sus características permiten un grado de automatización nunca alcanzado con los otros procesos.

La firma PILKINGTON patentó el proceso float (flotado) en prácticamente todos los países del mundo, y comenzó a vender sus licencias. La primera firma extranjera que adoptó el proceso fue la PPG de E.E.U.U., en 1963, a la que siguieron otras. A comienzos del año pasado las firmas que fabricaban el vidrio flotado con licencia PILKINGTON eran las siguientes (se indica el número de plantas):

<u>Europa</u>	Inglaterra (PILKINGTON)	7
	Bélgica (CLAVERBEL)	3
	Francia (SAINT GOBAIN)	5
	Checoslovaquia (SKLO UNION)	1
	U.R.S.S. (BORSKIJ S. ZAVOD)	1
<u>E.E.U.U.</u>	PPG INDUSTRIES	4
	LOF	5
	FORD	4
	CENTRAL GLASS Co.	1
	GUARDIAN IND.	1
<u>Japón</u>	NIPPON SHEET GLASS Co.	1
	ASAHI GLASS	2

En total 35 plantas, con una producción conjunta de 665 millones de metros cuadrados de vidrio flotado por año (espesor reducido a 2 mm). Ultimamente se han instalado plantas en Canadá (PILKINGTON GLASS LTD.), y en México (VIDRIO PLANO DE MEXICO).

El impacto de esta nueva tecnología de fabricación de vidrio plano ha sido enorme. En un primer momento, dada la gran inversión necesaria, el costo del vidrio

producido, etc., se pensó que el vidrio flótado iba a reemplazar solamente al vidrio plano pulido. En efecto, las primeras licencias otorgadas por PILKINGTON lo fueron a fabricantes de "cristal" y la firma se negó a otorgar licencias a fabricantes de vidrio estirado. Es así como la tecnología de fabricación del vidrio plano pulido o "cristal" (laminado/pulido) es considerada ya obsoleta y están desmontándose actualmente las plantas. Sin embargo, la fabricación de otros espesores y la disminución de costos, están haciendo posible también la sustitución del proceso de estirado, con lo cual el flotado se convertiría en la principal tecnología a nivel mundial para fabricar vidrio plano (13).

Otro factor se agrega a lo anterior. La misma PILKINGTON desarrolló un proceso para fabricar vidrio flotado de color, denominado SPECTRAFLOAT, del cual ha vendido ya la licencia a unos 15 países, entre ellos México. La coloración se confiere mediante la aplicación de una capa metálica sobre la superficie, y, si bien no desalojará al vidrio coloreado en la masa, puede preverse que encontrará un vasto mercado (p.ej., vidrios atérmicos, decoración, etc.). Naturalmente, el vidrio flotado no tendrá ninguna influencia en el área del vidrio laminado translúcido, impreso o armado, por lo que es de prever que en este campo no habrá variaciones importantes en la tecnología durante los próximos años.

A continuación se resumen las principales características técnico-económicas de los procesos más importantes para la fabricación de vidrio plano transparente utilizado en la actualidad, y que se encuentran en competencia entre sí. Se trata de cifras estimativas, extractadas de diversas publicaciones, para dar una idea de órdenes de magnitud, pero que no deben tomarse como límites estrictos.

	Estirado (PITTSBURGH)	Laminado/pulido ("CRYSTAL")	Flotado
1.- Espesores fabricados normalmente, mm	1,25 a 10	3 a 38	2 a 20
2.- Capacidad de la cuba, toneladas de vidrio fundido	100 - 500	50 - 300	200 - 600
3.- Capacidad específica de producción, ton/m ² de superficie del baño fundido	0,2 - 1,8	0,1 - 1,0	1,2 - 2,3
4.- Producción de vidrio, 10 ⁶ m ² /año (⌘)	5 - 20	2 - 6	12 - 35
5.- Producción considerada mínima rentable, 10 ⁶ m ² /año (⌘)	2 - 10	2 - 10	10 - 20
6.- Inversión, 10 ⁶ US\$/10 ⁶ m ² /año	0,5 - 1,0	0,8 - 1,4 (∅)	1,0 - 1,3

(⌘) Espesores reducidos a 2 mm. Para pasar de peso a volumen se considera una densidad de 2,4 g/cm³
6 Ton/m³.

(∅) Incluyendo equipos de pulido.

2.- Firmas locales elaboradoras de vidrio plano. Tecnología actual y relación entre estas firmas y las titulares de patentes mundiales referidas en el punto anterior.

La industria nacional del vidrio plano es relativamente reciente (35 años), satisface sólo en parte las necesidades del mercado local, exporta cantidades variables a países de la ALALC, y se encuentra ante la disyuntiva planteada a escala mundial por la aparición de la tecnología del vidrio flotado. Para un mejor enfoque del problema, consideramos importante analizar datos sobre producción local, importación y exportación, capacidad instalada y proyectos de expansión.

Deseamos aclarar a este respecto que no existe mucha información detallada o accesible sobre el tema, ni datos estadísticos referentes a esta industria publicados regularmente. Las escasas fuentes que se mencionan proporcionan datos sólo relativamente confiables. (14 - 17).

2.1.- Evolución de la industria del vidrio plano en Argentina.

En 1938 se creó la firma VASA (Vidriería Argentina S.A.) como filial de un grupo vidriero europeo constituido por las firmas SAINT GOBAIN S.A. y GLACES DE BOUSSOIS S.A. de Francia, GLACES ET VERRES S.A. y GLACERIES DE SAINT-ROCH, de Bélgica, y PILKINGTON BROTHERS, de Inglaterra, juntamente con capitales nacionales. En 1939 comenzó la producción de vidrio translúcido laminado con un horno, por el proceso BOUDIN. En 1941 comenzó la producción de vidrio plano transparente por proceso FOURCAULT. En 1946 se instaló un segundo horno FOURCAULT, visto el aumento de la demanda. En el año 1961 el decreto 5971/61 autoriza una radicación definitiva de capitales para ampliar la capacidad productiva de VASA; el importe de la radicación, de 160 441 libras esterlinas, fue proporcionado por el grupo europeo mencionado más arriba, en forma de maquinarias, equipos y repuestos. Esto permitió, entre otras cosas, la transformación de un horno de proceso FOURCAULT a PITTSBURGH en 1964 y del segundo en 1969. Esta última transformación y ampliación se hizo necesaria para satisfacer la creciente demanda de la industria automotriz.

En la actualidad, VASA dispone de las siguientes facilidades para vidrio plano en su planta de Llavallol (Poia. de Buenos Aires) (18):

- VIDRIO PLANO LAMINADO: Un horno, proceso BOUDIN, capacidad 70 toneladas. Productos: vidrio plano translúcido, impreso y armado; pequeñas cantidades de color. Espesores: 3 a 10 mm. Medidas hasta 1,33 x 3 m.
- VIDRIO PLANO ESTIRADO: Dos hornos, proceso PITTSBURGH, capacidad conjunta 250 toneladas. Productos: vidrio plano transparente. Espesores: 2 a 10 mm. Medidas hasta 2,45 x 4 m.

La información suministrada por el Registro de Contratos y Licencias de Tecnología, que funciona en este Instituto, indica que VASA tiene un contrato de asesoramiento técnico para la fabricación de vidrio plano (N° 1.127), con la firma PILKINGTON BROTHERS, y un contrato de "know-how" para extracción de vidrio (N° 1.129) con PILKINGTON BROTHERS y ASAHI GLASS, de Japón. Ninguno de estos dos contratos involucra uso y/o pago de patentes.

En el año 1956 se incorpora una segunda fábrica de vidrio plano: FABRICA ARGENTINA DE VIDRIOS Y REVESTIMIENTOS DE OPALINA HURLINGHAM (sucesora de VICRI SRL), con planta en Hurlingham (Pcia. de Buenos Aires). Esta firma, de capitales nacionales, cuenta con un horno FOURCAULT para fabricar vidrio plano transparente por estirado, y un horno de laminado para fabricar planchas de vidrio opal ("opalina"), utilizado para revestimientos en la industria de la construcción.

Según VERONELLI (14), HURLINGHAM contaba en 1961 con el horno más grande de Sud América, con una capacidad de 720 toneladas de vidrio fundido y cuatro máquinas de estirar FOURCAULT. (No hemos podido saber cuál es la situación y producción de éste horno en la actualidad). En el mismo artículo se mencionan proyectos de HURLINGHAM para instalar una planta de pulido y una planta para fabricar vidrios atérmicos, pero ninguno de los dos proyectos se ha concretado. Las fuentes consultadas indican que la producción de vidrio plano transparente de esta firma ha sido irregular, y siempre muy por debajo de su capacidad de producción. HURLINGHAM no tiene registrado en la actualidad ningún contrato de importación de tecnología con firmas del exterior.

Ambas firmas trabajan con materias primas nacionales (con la única e importante excepción del carbonato de sodio, que aún se importa). La calidad de los vidrios planos fabricados en el país es, en estos momentos, buena, respondiendo



a las diversas normas nacionales e internacionales.

2.2.- Capacidad instalada, producción, importación y exportación y consumo interno.

Los escasos datos disponibles sobre la producción nacional pueden resumirse como se indica a continuación.

Según VERONELLI (14) en 1961 las fábricas existentes produjeron:

VASA Vidrio laminado : 1 484 241 m²
Vidrio estirado : 3 310 121 m²

HURLINGHAM

Vidrio plano de todo tipo : 10 000 000 m² (calculado en 2 mm de espesor)

El trabajo de SPINELLI (15) es muy completo, pero, lamentablemente, llega sólo hasta 1964, y por lo que sabemos no se ha actualizado. Sus datos sobre la producción total nacional en 1964 pueden resumirse como sigue: (datos reducidos a 2 mm de espesor)

Año 1964	Fábricas	Hornos	Producción m ²	Capacidad instalada m ²	Mercado interno m ²
Estirado	2	3	5 824 115	12 500 000	5 400 000
Laminado	2	2	1 329 438	3 620 000	1 800 000

SPINELLI estima en su trabajo que la demanda interna de vidrio plano en 1970 llegaría a unos 10 000 000 de metros cuadrados, entre todos los tipos.

En el Informe de la Novena Reunión Sectorial de la ALALC (17) se dan los datos para 1971, los cuales reproducimos a continuación, después de haberlos recalculado en metros cuadrados (espesor reducido a 2 mm).

Año 1971	Capacidad instalada	Producción m ²	Exportación m ²	Importación m ²
Estirado	14 000 000	9 000 000	300 000	70 000
Laminado	5 000 000	2 400 000	220 000	48 800
Pulido ("cristal")	-	-	-	207 000

Como puede observarse, el total producido de vidrios planos en 1971 (11 400 000 m²) coincide bastante bien con la previsión de SPINELLI para la demanda interna global. La capacidad instalada es el doble de la producción en el caso del laminado, y un 65% mayor en el caso del estirado.

En el informe de ALALC no figura ningún proyecto de expansión.

En lo que respecta a importaciones y exportaciones, es de señalar que las primeras han ido disminuyendo y las segundas aumentando, si bien tales disminuciones y aumentos no alcanzan aún niveles deseables. Los siguientes son los datos para 1971 (19).

IMPORTACIONES VIDRIO PLANO 1971

Tipo	Cantidad m ² (distintos espesores)	Valor CIF en U\$S	Origen
Vidrios planos con alambre	179	683	Varios
Demás vidrios colados o laminados sin labrar	21 136	64 243	Varios
Vidrios estirados hasta 1,5 mm de espesor	9 621	13 601	50% Bélgica

Vidrios porta- objetos	1 057	1 596	50% Inglaterra
Vidrios estirados de color	16 450	67 355	40% Bélgica
Vidrios de seguridad	1 538	2 607	Varios
Vidrios planos de más de 4 mm de espesor	4 265	13 802	Varios
Demás vidrios estirados	14 653	36 023	Varios
Vidrios laminados de color	98 017	539 334	Bélgica - Inglaterra - Francia.
Vidrios planos pulidos ("cristal")	545 675	2 562 752	Bélgica - Francia - Inglaterra.
Demás vidrios laminados	11 815	49 346	
TOTALES	724 406	3 351 342	

Como puede apreciarse, las importaciones son de bastante magnitud y en su mayor parte (un 80% casi) corresponden al vidrio plano pulido ("cristal"). Es de hacer notar que estas importaciones de vidrio plano en 1971 constituyeron el 30% de las importaciones totales de vidrio de ese año, que ascendieron a U\$S 11 670 842.

En lo que respecta a exportaciones, los datos estadísticos son los siguientes:

EXPORTACIONES VIDRIO PLANO 1971

Tipo	Cantidad, m ² (distintos espesores)	Valor CIF en U\$S	Destino
Vidrio laminado	122 123	187 872	Países ALALC
Vidrio estirado	233 669	295 896	Id.
Vidrio laminado de color	11 162	17 816	Id.
Otros vidrios planos	664	13 353	Id.
TOTALES	367 618	514 937	

Evidentemente las exportaciones no han alcanzado aún un nivel transcendente, sobre todo si se tiene en cuenta la capacidad productiva ociosa de la industria nacional.

Estas exportaciones de vidrio plano en 1971 representaron el 25% de las exportaciones totales de vidrio del mismo año, que ascendieron a U\$S 2 026 146.

Es interesante comparar los valores promedios del material importado y exportado, que se deducen de los totales anteriores y que ponen de relieve la diferencia cualitativa entre ambos:

VIDRIOS PLANOS IMPORTADOS	U\$S	4,64 /m ²
VIDRIOS PLANOS EXPORTADOS	U\$S	1,47 /m ²

Finalmente, si a lo producido sumamos lo importado y restamos lo exportado, se tendrá una idea aproximada del consumo interno. Los resultados obtenidos se indican a continuación, por tipo de vidrio, para 1971 (en números

redondos):

VIDRIO PLANO ESTIRADO	8 800 000	m ² /año
VIDRIO PLANO LAMINADO	2 390 000	m ² /año
VIDRIO PLANO PULIDO	550 000	m ² /año
TOTAL	<u>11 740 000</u>	<u>m²/año</u>

Cabe hacer notar que los datos de importación y exportación que figuran en el informe de ALALC difieren sustancialmente de los que suministra la Dirección de Estadística y Censos. Para los cálculos y demás consideraciones nos hemos basado en éstos últimos.

2.3.- Area latinoamericana:

Este panorama del vidrio plano en nuestro país no podría ser completo sin mencionar la situación en el área latinoamericana, de gran importancia para el futuro de esa industria. Los países productores son los siguientes, con datos de producción de 1971 (17), transformados en m² (espesor reducido a 2 mm):

País	Estirado m ²	Laminado m ²	Pulido ("cristal") m ²
Argentina	9 000 000	2 400 000	---
Brasil	12 000 000	5 200 000	---
Colombia	7 000 000	---	---
Chile	2 500 000	162 000	---
México	12 000 000	1 650 000	4 000 000
Perú	2 400 000	---	---
Uruguay	1 500 000	---	---

De la tabla se evidencia que los principales productores de vidrio plano en América Latina son México, Brasil y Argentina, en ese orden.

México posee también las instalaciones más modernas y a fines de 1971 comenzó a producir vidrio flotado, bajo licencia de PILKINGTON. La empresa productora, VIDRIO PLANO DE MEXICO, es subsidiaria de PILKINGTON, así como también están bajo control de esta compañía inglesa - multinacional las principales empresas productoras de vidrio plano de Brasil y Argentina: PROVIDRO y VASA, respectivamente. México tiene además un proyecto de expansión para producir 100 000 metros cuadrados por año de vidrio atérmico por el proceso SPECTRAFLOAT. Este país está ya exportando vidrio flotado a los demás países latinoamericanos, inclusive Argentina.

Acotaremos finalmente que por el Acuerdo de Complementación firmado en 1969 (20), Argentina se compromete a dar tratamiento aduanero preferencial al vidrio flotado (transparente y de color) producido en México.

En lo que respecta a Brasil, la firma PROVIDRO también tiene en proyecto instalar una planta de vidrio flotado a breve plazo.

2.4.- Patentamiento local:

Las patentes originales correspondientes a los procesos Fourcault, Pittsburgh, etc., están vencidas, y dichos procesos son del dominio público, salvo modificaciones especiales.

En lo que respecta al proceso de flotado, las patentes originales son de la PILKINGTON BROTHERS LIMITED, quien, como ya se explicó, las ha revalidado en muchos otros países. En Argentina, la primer patente relativa a vidrio flotado que se ha detectado es la N° 107 577, otorgada en 1957, por 15 años. A juzgar por el resumen aparecido en el Boletín de Patentes (21), era de carácter muy general. En los años sucesivos se registra muy poco patentamiento, notándose un incremento a partir de 1964 (las principales patentes europeas sobre el "float" se registraron entre 1959 y 1962). A continuación se ennumeran las principales patentes argentinas que protegen el proceso de flotado en favor de PILKINGTON; todas fueron otorgadas por 15 años:

Año: 1964	Patentes: 140 809 - 141 974
1965	143 410 - 143 627 145 880 - 146 191
1966	147 321 - 147 380 147 721 - 150 162 150 687 - 150 975 151 015 - 151 153
1967	152 631 - 152 746 153 108 - 154 942 155 008 - 155 166 156 216 - 156 884 158 158
1968	158 601 - 163 219 164 253
1969	167 100 - 171 391 172 331 - 172 929
1970	174 684
1972	188 580 - 191 643

Todas estas patentes se refieren al método de fabricación de vidrio plano por flotado sobre estaño fundido y básicamente se asemejan mucho entre sí, cubriendo distintos aspectos, o modificando ciertos accesorios para poder producir vidrios con distintas características (proceso "spectrafloat", por ejemplo).

Es interesante notar que hay otras patentes sobre el proceso "float" otorgadas a firmas como: FORD MOTOR COMPANY (USA), PITTSBURGH PLATE GLASS (USA), GLAVERBEL (Bélgica) y BOUSSOIS-SOUCHON-NEUVESEL (Francia), firmas que a su vez son licenciatarias de PILKINGTON. La situación de las patentes sobre el vidrio flotado en nuestro país es, como puede apreciarse, compleja, y merecería un estudio más completo.

2.5.- Resumen de la situación:

La situación actual en lo que respecta al vidrio plano

en Argentina tiene dos aspectos.

El primero se refiere al impacto producido por una nueva tecnología, la del flotado, sobre la producción. El vidrio plano pulido ("cristal"), resulta ahora obsoleto, y todas las plantas de fabricación, a nivel mundial, se están convirtiendo gradualmente al flotado. En nuestro país nunca hubo producción de vidrio plano pulido: se lo importó, fundamentalmente de países europeos. Esta importación se orientará ahora al vidrio flotado producido en México, dentro del marco de la ALALC.

Pero el hecho más importante es que el vidrio flotado tiende a sustituir, no sólo al plano pulido, sino también, como se explicó, al vidrio plano estirado. Es aquí donde la industria nacional cubre el mercado interno, exporta, y tiene inclusive una capacidad de producción ociosa importante, donde se produce el mayor impacto. Las mejores propiedades del vidrio flotado hacen que, aún sin llegar al mismo nivel de precios, pueda competir exitosamente con el estirado en sectores importantes del mercado; con lo cual aumentaría la importación de flotado - para sustituir al estirado - y se agravaría la situación de la industria nacional.

Debemos aclarar que, al menos por el momento, no se prevee que el vidrio flotado tenga influencia sobre el área del vidrio laminado. Sin embargo, esta posibilidad no debe descartarse totalmente, ya que PILKINGTON ha desarrollado técnicas para fabricar vidrios armados y translúcidos mediante simples modificaciones del proceso de flotado.

El segundo aspecto se refiere a las condiciones en que se encuentra la industria argentina del vidrio plano para afrontar ésta situación. La firma local VASA, que opera actualmente bajo asesoramiento de PILKINGTON y está controlada por ésta, sería evidentemente la que explotaría las patentes locales para fabricar el vidrio "float". Sin embargo, tal decisión no es fácil. Para un mercado interno de unos 10 millones de metros cuadrados por año apenas si se justifica una planta de flotado, que requiere una producción mínima superior a esa cifra (del orden de los 15 a 20 millones de metros cuadrados por año) y una inversión del orden de los 20 millones de dólares. (Más una inversión adicional, relativamente modesta si se la compara con la anterior, de unos 250 000 dólares en equipos accesorios para fabricar el vidrio de color "Spectrafloat" (22)). No se



podrá contar mucho con la exportación, dada la fabricación en México y los proyectos de Brasil, así como los acuerdos de la ALALC. Y si se considera que las principales plantas de México y Brasil operan también bajo el control de PILKINGTON, y todas por debajo de su capacidad instalada, se tendrá una idea de la complejidad del problema.

En lo que se refiere a la inversión necesaria, debemos aclarar que muy poco o nada de las instalaciones actuales sería aprovechable, ya que habría inclusive que construir hornos y cubas de mayores dimensiones. De modo que la conversión de un proceso a otro implica un cambio total en los equipos, hornos, maquinarias e instalaciones en general, y una provisión de materias primas (incluyendo gases reductores y combustible: petróleo o gas) en grandes cantidades, así como la adecuación del personal al nuevo proceso.

Ante esta situación, surge la necesidad de llevar a cabo un estudio profundo y detallado sobre el tema, en base a información más completa y más confiable. A primera vista no parece razonable pensar en nuevas plantas para vidrio plano, por lo que debería estudiarse a fondo la conveniencia de estimular a las plantas existentes para que mejoren la tecnología actualmente utilizada y aumenten su producción, para poder competir con el vidrio flotado, tanto en el mercado interno como en el internacional, en todos los sectores donde sea posible, hasta que la situación sea más favorable.

En este sentido, los requerimientos y recomendaciones de arquitectos e ingenieros adquieren una importancia fundamental, ya que de ellos dependerá, en gran medida, qué porciones del mercado serán cubiertas por cada tipo de vidrio.

Eduardo A. Mari

REFERENCIAS

- (1) Norma IRAM 12 540, "Vidrios planos. Definiciones" (1962) y Norma IRAM 12 541, "Vidrios planos para construcción" (1963).
- (2) Norma ASTM C 162-71, "Standard Definitions of terms relating to glass and glass products".
- (3) VOCABULARIO VITROTECNOLOGICO. Suplemento español al "Dictionary of glass-making". International Commission on Glass, Charleroi, Bélgica, 1967.
- (4) TERENCE MALONEY, F.J., "Glass in the modern world", Aldus Books, London, 1967.
- (5) FRANCESCHINI, Felice. "Il vetro. Trattato Generale di Tecnologia Vetraria". Ed. Ulrico Hoepli, Milano, 1955.
- (6) TONINATO, T., "Breve curso di tecnologia vetraria, 1. Vetro piano". Rivista della Stazione Sperimentale dil vetro, 1 (3), 25-32 (1971).
- (7) SHAND, E.B., "Glass engineering handbook", Mc Graw Hill Book Co., New York, 1958.
- (8) HAMISCH, W.D., "Uber die herstellung von Float Glas". Silikattechnik 23 (7), 59-61 (1972).
- (9) ZAGARS, L., "Float-Verfahren zur Herstellung von Spiegelglas", Sprechsaal 2, 509-15 (1972).
- (10) CHARNOK, H., "The float glass process", Phys. Bull. (London), 21, 152-156 (1970).
- (11) PILKINGTON, L.A.B., "The float glass process", Proc. Royl Soc. London A314, 1-25 (1969).
- (12) KENWARD, M., "Reflections on glass research", New Scientist, 31 August 1972.
- (13) CHILD, F.S., "The impact of flat glass imports", The Glass Industry, May 1971, 166 - 169.
- (14) VERONELLI, Dante, J.E., "Vidrio", Industria y Química, 21 (5/6), 387-395 (1961)

- (15) SPINELLI, E. Osvaldo, "La industria del vidrio plano", Banco Industrial de la República Argentina, 1965.
- (16) VASA, VIDRIERIA ARGENTINA S.A., "El mundo del vidrio" y "Reseña histórica de la empresa".
- (17) ALALC, ASOCIACION LATINOAMERICANA DE LIBRE COMERCIO, "Informe final de la Novena Reunión Sectorial de la Industria del Vidrio", Montevideo, Junio de 1972.
- (18) THE GLASS INDUSTRY DIRECTORY ISSUE, 1971, USA
- (19) DIRECCION NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS, "Estadísticas de Importación y Exportación (Comercio Exterior)", año 1971.
- (20) ALALC, ASOCIACION LATINOAMERICANA DE LIBRE COMERCIO, "Protocolo del acuerdo de Complementación de la Industria del Vidrio", N° 8, marzo 1969.
- (21) DIRECCION NACIONAL DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL, Patentes de Invención (Boletines Quincenales).
- (22) Nuevo aspecto del vidrio "float". El estaño y sus aplicaciones, N° 77, 1968, pp. 6/7.

CIIM

TECNOLOGIA DEL VIDRIO PLANO, SU ESTADO ACTUAL
A NIVEL MUNDIAL Y EN NUESTRO PAIS.

Pag. 24

Inf. n.º 427

Arancel : \$ 5.000.-



Dr. Eduardo A. Mari



Dr. Leónidas Tcheichvili