

## DEFECTOS EN EL VIDRIO POR EL RECICLADO DEL MISMO

### Inclusiones de vidrio cerámico en el vidrio hueco

At. Ing. Sergio Novikov- noviglass@novimpex.comG.R.L. - Glasrecycling n.v.Belgium

“Power point” de la conferencia que no se pudo brindar en las Jornadas del Vidrio de mayo pdo.realizadas en la sede de ATAC

#### Resumen

Es creciente la dificultad para eliminar una de las impurezas mas dañinas que se pueden encontrar en el vidrio reciclado utilizado como materia prima para la fabricación de vidrio hueco: la vitrocerámica. Solamente ahora se está desarrollando la tecnología necesaria para separar este tipo de impureza que, para agravar el panorama del nivel de calidad del vidrio reciclado o cullet, es cada vez más frecuente de encontrar entre los deshechos de vidrio.

#### Abstract

*The increasing difficulty in eliminating one of the most harmful impurities among impurities which can be found in the recycled glass that will be used as raw material for the production of hollow glass: the “vitro-ceramic”. Only now technology is being developed to enable separation of this type of impurity which, to worsen the outlook of the cullet quality level, is every day more frequently found among glass materials .*

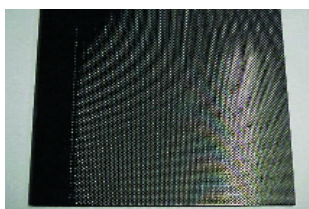
#### Ejemplos de “Vidrio Cerámico”



Vajillas de Cocina



Ventanas protectoras sometidas a calor/hornos



Placas de Cocina



#### Composiciones químicas indicativas de algunos tipos de Vidrio Cerámico.

EN WT.%	SiO2	Al2O3	Na2O	K2O	P2O5	TiO2	ZrO2	BaO	ZnO	Sb2O3	As2O3	Nd2O3
Cerámica de cristal Schott	68.1	21.2	0.2	0.3	0.0	2.7	2.4	1.0	1.8	0.0	1.0	0.0
Cerámica de cristal Schott	68.4	21.0	0.4	0.2	0.0	2.6	2.3	0.9	1.7	0.0	0.9	0.0
Cerámica de cristal Schott	64.0	23.5	0.5	0.0	0.0	2.4	2.2	2.4	2.0	2.0	0.0	0.0
Cerámica de cristal Schott	64.3	22.9	0.8	0.0	0.0	2.4	2.2	2.8	1.4	1.9	0.0	0.0
Cerámica de cristal Coming EE. UU	68.9	20.7	0.1	0.1	0.1	2.7	2.5	0.9	1.7	0.0	0.8	0.0
Cerámica de cristal Coming Francia	69.7	20.1	0.1	0.2	0.1	2.7	2.4	0.9	1.0	0.0	0.8	0.0
Cerámica de cristal NEG Japón Neoceran Clear	66.6	23.7	0.5	0.3	<b>1.3</b>	<b>2.1</b>	<b>3.1</b>	<b>1.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>0.0</b>
Cerámica de cristal NEG Japón Neoceran Opal	66.8	23.5	0.5	0.3	<b>1.3</b>	<b>2.2</b>	<b>3.0</b>	<b>1.7</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.0</b>
Cerámica de cristal Color Rosa	65.7	22.9	0.5	0.3	0.0	2.4	2.1	2.7	1.4	1.5	0.0	0.0

#### Propiedades importantes del Vidrio Cerámico.

- Expansión debida a cambios de temperatura prácticamente nula.
- Resistencia al shock térmico.
- Alta temperatura de fusión.
- Inclusión de pequeños granos cristalinos/cerámicos.

¿Qué problemas se originan con la inclusión de vidrio-cerámico en el vidrio reciclado que se utiliza para la fabricación de vidrio hueco?

#### Internos

- Corte de la gota (la inclusión daña el elemento de corte)
- Paradas parciales de los equipos IS
- La inclusión daña el molde

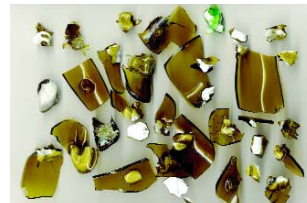
#### Externos

- Inclusiones en el producto final
- Rotura de botellas durante el proceso de fabricación
- Reclamos/quejas por parte del cliente

#### Ejemplos de reclamos del cliente



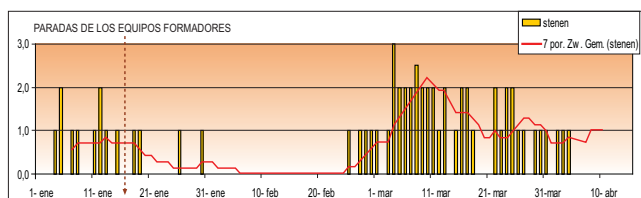
Algunas inclusiones de vitrocerámicas en botellas



Otros ejemplos

Nota: La mayoría de los problemas se presentan en la producción con vidrio ámbar.

#### Paradas de los equipos formadores debido a las inclusiones cerámicas.



El índice de la Máquina Formadora se para debido al vidrio cerámico: 0 = no existen problemas.

1 = alguna sección se bloquea.

2 = frecuentes paradas de alguna sección/alguna parada total del equipo.

3 = frecuentes paradas totales del equipo.

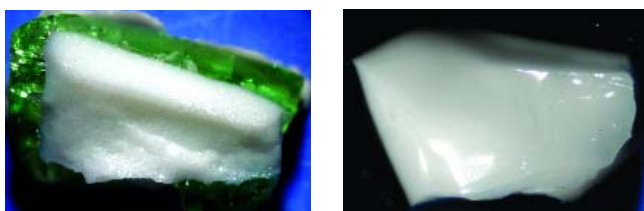
**Identificación de vidrio-cerámico en el vidrio reciclado.**

- Algunos productos cerámicos tienen colores específicos
- Bordes algo filosos
- Test de "llama y agua"
- Rayo láser: dispersión de la luz
- UV-luz – luminiscencia



**Identificación de vitrocerámica en productos de vidrio.**

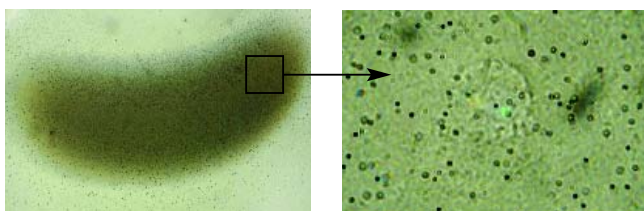
- Nudos (blanco, azul o claro)
- Superficie vidriosa / bordes fracturados muy suaves
- Porcelana o cerámicas normales presentan bordes más cortantes
- Tensión en el vidrio que la rodea
- Burbujas alrededor de la inclusión



Superficie suave y vidriosa

Típica inclusión de vitrocerámica en vidrio

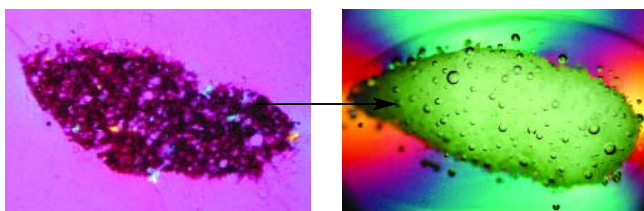
**Identificación de vidrio cerámico con microscopio.**



Sección fina de vidrio cerámico

Cristales pequeños dispersos en el material

**Identificación de cerámica o porcelana por microscopio (polaroscopia).**



Secciones finas de porcelana de vidrio

Identificación de porcelana por microscopio. Burbujas que rodean la inclusión

**Identificación por rayos X.**

- Muestra de vidrio de análisis + inclusiones (muestra en polvo)
  - Análisis del vidrio a granel
  - Cálculo de la composición de la inclusión = (vidrio + inclusión) – vidrio a granel (la relación vidrio/inclusión se determina por el contenido de CaO\*)
  - \* el vidrio cerámico difícilmente contenga CaO
- Nota: Con este método no se alcanza a analizar el litio (Li<sub>2</sub>O)

**Examen de inclusiones en el vidrio.**

Color del vidrio: Ámbar		Fecha: 7-11-2002				
Tipo de inclusión: Nudos vidriosos blancos		Inspección visual: Nudo de vidrio cerámico blanco				
ANÁLISIS XRF DE INCLUSIONES						
Concentraciones en wt.% Componente	Análisis de vidrio Ámbar	Análisis Mezcla vidrio/piedra	Relación piedra/vidrio (basado en el contenido de CaO)	Cantidad de vidrio en la mezcla	Cantidad de piedra en la mezcla	Composición de la piedra
SiO <sub>2</sub>	72.90	68.31	0.510	37.21	31.10	63.97
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.24	9.99		0.63	9.36	19.25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.23	0.15		0.12	0.04	0.07
CaO	10.54	5.38		5.38	0.00	0.00
MgO	1.18	1.00		0.60	0.39	0.81
Na <sub>2</sub> O	13.22	11.33		6.75	4.58	9.42
K <sub>2</sub> O	0.47	0.60		0.24	0.36	0.74
SO <sub>3</sub>	0.02	0.01		0.01	0.00	0.00
HfO <sub>2</sub>	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	0.03		0.03	0.00	0.01
MnO	0.01	0.02		0.01	0.02	0.04
TiO <sub>2</sub>	0.04	1.14		0.02	1.12	2.30
ZrO <sub>2</sub>	0.01	1.02		0.01	1.01	2.08
BaO	0.03	0.28		0.01	0.26	0.54
PbO	0.01	0.00		0.00	0.00	0.00
Cl	0.02	0.01		0.01	0.00	0.00
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.30		0.00	0.30	0.61
Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.08	0.00	0.08	0.15	
CuO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.01	
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	
Suma	99.99	99.65		51.04	48.62	100.00

**- ¿De dónde vienen?**

- Del vidrio cerámico plano o de la vajilla de cocina de vidrio cerámico.
- De equipos de cocina (hornos, microondas, etc)

**El vidrio cerámico en el vidrio reciclado. Un problema en aumento.**

Hasta el 2003 se vendieron alrededor de 270.000 tons de vidrio cerámico en el mundo.


Reemplazo del material de vidrio-cerámico roto.

Cantidades en aumento de vidrio-cerámico son depositadas en el circuito de reciclado de vidrio, sin una mejor información para el público. La nueva tecnología de detección y separación "heat resistant" es la solución al problema de la eliminación de las inclusiones vidrio-cerámicas resistentes al calor y para lograr la separación de piedras, cerámicas y porcelana del vidrio-reciclado.

**- ¿Como evitar la inclusión de cerámicos, piedras y porcelana en el circuito del vidrio hueco?**

- Educando a la gente
- Selección manual (difícil / imposible)
- Tecnológicamente:
  - Valiéndose del sistema revolucionario por separación óptica
  - Detección continua de color y transparencia en anchos de onda específicos en una combinación entre luz infrarroja y blanca.
  - Una tecnología de punta que ha sido desarrollada en cooperación con G.R.L.-Glasrecycling.

**Instrumental de vidrio para laboratorios e industrias**



**Bimar Loga Científica**

Aparato de vidrio pyrex bajo normas  
Tubos - Cañería - Visores - Material graduado  
Artesanías en vidrio soplado

Empresa Integral de Suministros E-mail: info@bimarloga.com.ar

4641-1124 (líneas rotativas)  
www.bimarloga.com.ar

**OBIGLASS**

Material soplado - Tubos de vidrio - Vidrio soplado  
Trabajos especiales para ind., artesanos, químicas.

Heredia 1028 P.B. B - (1427) Bs. As. Tel.: 4553-9725  
info@obiglass.com.ar - ventas@obiglass.com.ar

# NUEVA DIRECTIVA DE LA INDUSTRIA DEL VIDRIO EN E.E.U.U.: AHORRO ENERGÉTICO

Dr. Christopher W. Sinton, University of Redlands, California - Materiales CSL, Alfred, New York

Resumen de la conferencia brindada durante las Jornadas del Vidrio en mayo pasado, en la sede de ATAC

**Clases de vidrio.** La Industria del vidrio se divide en cuatro sectores: envases - vidrio plano - fibras - vidrio especial.

- **Envases:** Es el sector mayor; de las 115 plantas en 1980, actualmente quedan 54 debido a la competencia del plástico y el aluminio.
- **Flotado:** Corresponde al vidrio plano, del cual hay 35 plantas.
- **Fibras:** Hay dos tipos: continuas para textiles y compuestos o discontinuas para aislamiento.
- **Vidrio especial:** Son de bajo volumen y alto valor. Utilizado para: **Laboratorio** (borosilicato).
- **TFT:** Vidrio plano para pantallas LCD. Es de alta calidad y valor; bajo volumen.
- **Óptica y Luz:** Por valor, este sector es el más amplio.

La industria tiene 140.000 empleados y cada año se consumen 20 millones de toneladas de productos por un valor de U\$S 280.000 millones.

**Energía.** Gas y electricidad.

La mayoría de los hornos utilizan Gas. La energía representa el 25%-30% del costo total para fabricar vidrio. En 2004, la industria demandó \$2.000 millones en energía. La mínima teórica necesaria para fundir las materias primas son 2.7 GJ/mt. pero en la práctica las fábricas utilizan 5 - 6.6 GJ/mt.

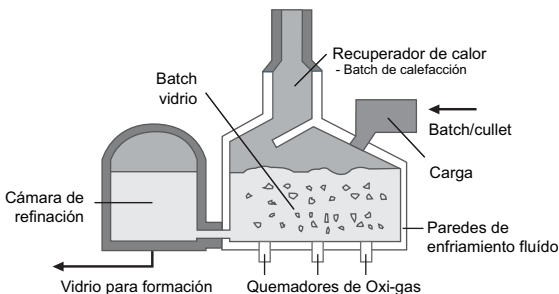
**Soluciones**

- Fundir materias primas más rápido o a menor temperatura.
- Aumentar el nivel de cullet.
- Reducir el tiempo de refinación.
- Recobrar el calor.
- Mejorar el diseño del horno.

**Soluciones Temporales**

- Nuevos quemadores de gas que mejoren la transmisión térmica
- Hornos de oxi-gas (no requieren calentar el nitrógeno del aire, sólo el oxígeno y el gas. No necesitan recuperadoras de calor. Reducen el nivel de óxido de nitrógeno.
- Quemadores eléctricos en hornos de gas, (dado su alto costo) para incrementar la producción temporal.
- Mejores controles.

**Diseños Nuevos.** Se está probando un diseño nuevo llamado "Combustión sumergida" donde el tanque primario presenta los quemadores en el fondo, sumergidos. La combustión ocurre en el fondo del tanque y se logra una buena mezcla de las materias primas. Hay otra cámara para refinación.



**Tecnología Actual**

PROMEDIO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA DE FUSIÓN REFINAMIENTO Y USO DE ENERGÍA			
Sector	Promedio actual de distribución de Tecnología		Promedio actual (MMBtu/ton)
Fibras de aislamiento	Encendido de aire	10%	4.5 ± 0.5
	Oxi-gas	35%	
	Electricidad	55%	
Fibras continuas	Encendido de aire	25%	6.5 ± 0.5
	Oxi-gas	75%	
	Aumento eléctrico	35%	
Envases	Encendido de aire	70%	5.75 ± 0.25
	Oxi-gas	30%	
	Aumento eléctrico	15%	
Plano	Encendido de aire	80%	6.5 ± 0.5
	Oxi-gas	20%	

**Reducción del nivel de energía mediante cambios en las materias primas**

- Litio para reemplazar el sodio. Se puede reducir el nivel de energía hasta un 10%.
- Dióxido sintético (Silicato de calcio y magnesio)  $CaMgSi_2O_6$ , en lugar de dolomita y cuarzo.

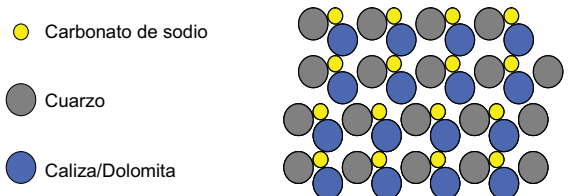
**Empleo de cullet usado.** Cada 10% se reduce:

Energía 2-3%, emisiones en partículas 8%; NOx 4%; SOx 10%. En USA hay un 22% de reciclado de botellas y un 50%-60% en California.

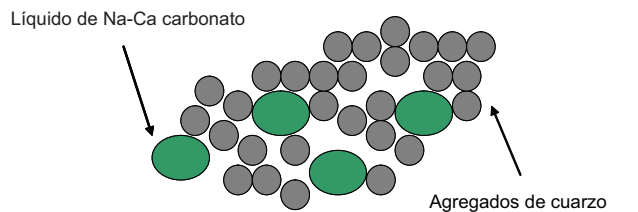
**Mezclas Selectivas**

Se está desarrollando un proceso para reducir el tiempo de fundición de vidrio.

Durante los primeros minutos en el horno se produce una segregación de un líquido inicial y cuarzo. La segregación que ocurre primero es entre carbonato de sodio y caliza. Es un eutéctico binario.



Bien mezclado antes de fundir



Segregación del líquido en el horno

Se cree que se produce una segregación posterior a la mezcla introducida en el horno. Ahora no se tiene la materia bien mezclada y se necesita más tiempo en el tanque para homogeneizar.

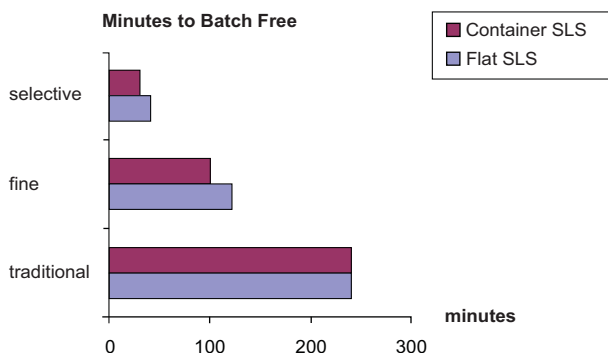
**Solución. Controlar las reacciones**

- Prevenir o reducir la reacción entre fundentes ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y  $\text{CaCO}_3$ )
- *Selective batching* - Separar minerales de dos mezclados granulados

**Granulación**

- Se necesitan partículas más finas para flotado/envases pero igual para fibras.
- Es diferente la granulación de todas las materias.

**Resultado – Vidrio Soda Cal**



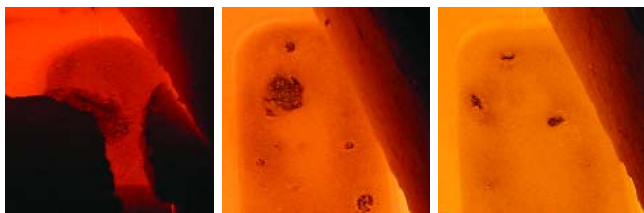
**Vidrio para fibras textiles**

El gráfico muestra las superficies de un tanque de 50 K. de vidrio. Después de 45 min. el vidrio tradicional mantiene las partículas del mismo tamaño mientras que el selectivo es más efectivo.

**Tradicional**



**Selectivo**



15 min                      30 min                      45 min

**Conclusiones**

- La producción de vidrio es estable.
- La energía y regulación son los problemas mayores.
- Cambio a oxi-gas.
- El reciclado aumenta de acuerdo a las reglamentaciones del gobierno. ■

**SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS**

Lic. Carlos Solier - Segemar - Intemin - I.C.G

**Extracto de la conferencia brindada en las Jornadas del Vidrio, en mayo pdo. en la sede de ATAC**

**Introducción**

La certificación favorece el progreso técnico, el desarrollo económico y la mejora de calidad de vida. Asimismo, asegura la concepción y fabricación de productos seguros. Hoy, en el comercio internacional, no sólo basta con mantener un sistema de gestión bajo normas de la serie ISO 9.000/14.000. La tendencia es que la tríada de normas calidad + seguridad + ambiente sea complementada con la certificación de conformidad de la producción.

**Certificación de la conformidad**

- ISO define como certificación a "la atestación de tercera parte relativa a productos, procesos, sistemas y personas".
- Es la actividad de autorizar y emitir una declaración de que se ha demostrado que los productos cumplen con los requisitos.
- Los requisitos están contenidos en normas, especificaciones técnicas, reglamentos, directivas o una ley.
- Los Organismos de Certificación reconocidos que realizan la gestión y emiten certificación de conformidad de producto bajo normas nacionales e internacionales son IRAM y el INTI.

**Requisitos / elementos para la certificación**

- Producto claramente definido
- Resoluciones / Disposiciones / normas / especificaciones
- Determinación de las características / parámetros que definan el producto.
- Definir una "familia" de productos.
  - producidos en la misma planta o grupo industrial.
  - poseer similares características críticas, tener la misma funcionalidad.
  - poseer elementos constitutivos semejantes.

**Ámbito de la Certificación de Productos.**

**Del ámbito regulado:** Existen Resoluciones o Disposiciones emitidas por la autoridad de aplicación que regula la certificación de conformidad de productos.

- Objetivo: Cumplir con las leyes y disposiciones para proteger la seguridad de los ciudadanos.
- Áreas de certificación reguladas: Seguridad en juguetes, envases, cementos, aceros, materiales eléctricos, bicicletas, papel, seguridad en equipos de gas, encendedores, autopartes de seguridad y otros.

**Del ámbito voluntario:** No existen regulaciones, la certificación se realiza bajo una norma nacional o internacional que ampara los productos en forma voluntaria a solicitud del interesado.

- Objetivo:
  - Para diferenciar los productos –marketing
  - Para facilitar la exportación a países que requieren que los productos cumplan con determinadas normas Nac. / Internacionales.
  - Para obtener mejores negocios y aumentar las ganancias.
- Áreas de certificación voluntaria: Alimentos, sector agroalimentario y fruti-hortícola, alambres de cobre, cables eléctricos, doble vidriado hermético, otros.

**Sistema de certificación**

**Definición del sistema de certificación a aplicar:** La adopción de un sistema se realiza de acuerdo a lo establecido en las regulaciones o, si es voluntaria, se establecerá haciendo un análisis que permita brindar la mayor seguridad al proceso de certificación.

**Sistemas de certificación:** ISO establece 8 sistemas para la certificación de productos según una combinación de evaluación de la documentación técnica, ensayos e inspecciones y análisis de los sistemas productivos y su seguimiento.

**Modelos de certificación ISO –Guía ISO 67**

- 1) Ensayos de tipo/prototipo
- 2) Ensayos de tipo y ensayos de muestras del mercado
- 3) Ensayos de tipo y ensayos de muestras de fábrica
- 4) Ensayos de tipo y ensayos muestras de fábrica y de mercado
- 5) Ensayos de tipo / auditoria SCG/ inspección, ensayos en fábrica y en mercado o ambos/ seguimiento de conformidad en mercado o ambos/ seguimiento de conformidad de la producción
- 6) Evaluación y seguimiento del sistema de gestión de la empresa
- 7) Ensayo de lotes
- 8) Ensayo 100%

**Tipos de Sistemas de Certificación**

**Sello de conformidad:** Se otorga a productos que cumplen en forma permanente con los requisitos establecidos en las normas IRAM. Usualmente se certifica con el sistema ISO N° 5 , el sello de conformidad es el más aplicado en la certificación voluntaria. Sobre la base del sello también se realiza la certificación de conformidad de la fabricación.

**Sistemas de certificación conjunta:**

- IRAM-INTI –Productos siderúrgicos
- IRAM –AITA –Autopartes de Seguridad
- IRAM-ArgenINTA–Productos agrícolas
- IRAM –SEGEMAR –Minerales -Materiales

**Convenio IRAM - SEGEMAR**

- Convenio marco de cooperación y emprendimientos conjuntos IRAM –SEGEMAR (1999)
- Objetivo general: potenciar las actividades específicas en el ámbito de la promoción, capacitación, el desarrollo y la certificación de la calidad.
- Establece un sistema de certificación conjunta de la conformidad de productos, procesos y servicios en el ámbito de las actividades del SEGEMAR.

GESTIÓN DE LA CERTIFICACIÓN		
Actividad	Acciones	Responsabilidad
Solicitud de certificación	Información empresa/ producto	Iram
Preparación para la evaluación	Verificación del producto Formación de familias Norma/ resolución a aplicar Sistema ISO a aplicar Verificar ensayos Vista previa de evaluación	Iram/ Segemar
Verificación/ Evaluación del SGC	Auditoría del SGC	Iram
Muestreo y ensayos iniciales	Tomas de muestras Realización de ensayos	Segemar
Evaluación de la documentación	Análisis de la documentación Detección de hallazgos	Iram
Certificación	Emisión del certificado/sello	Iram/ CGC
Control permanente	Toma de muestras/ ensayos Verificación de productos Auditorías del SGC	Iram/ Segemar

**Conformidad de la Producción - Proceso de certificación Sistema ISO 5**

- 1) Visita previa de evaluación preliminar
- 2) Auditoría / evaluación del SGC/ Producto
- 3) Toma de muestras y ensayos iniciales
- 4) Evaluación de los resultados
- 5) Emisión del certificado y licencia
- 6) Seguimiento y control permanente

**Aplicaciones en el ámbito de los minerales/materiales**

- Materias primas
  - Bentonitas para uso siderúrgico (en proyecto)
- Productos terminados
  - Vidrios de seguridad para uso automotriz (IRAM-SEGEMAR)
  - Doble vidriado hermético - Red de fabricantes Ekoglass (INTI)
  - Vidrios de seguridad para la construcción (en proyecto)

**Vidrios de Seguridad p/automóviles**

- Sistema de certificación conjunta IRAM-SEGEMAR
- Certificación del ámbito regulado (Resol 91/2001)
- Norma: IRAM-AITA 1H3 Vidrios de seguridad p/automóviles
- Organismo de certificación: IRAM-AITA
- Sistema de certificación utilizado: ISO 5
- Ensayo de tipo + auditoria del sistema QC + ensayos de muestras de fábrica y/o del mercado.
- Del ámbito obligatorio: Ley N°24.449/94 de Tránsito y Seguridad Vial - Decreto reglamentario 779/95 - Art. 30 inc.(f) (tomado del Acuerdo UN ECE/TRANS/505/R43).

*“Los vidrios de seguridad deben cumplir con lo establecido en el anexo F de la presente, complementado por la norma IRAM-AITA 1H3” Resolución 91/2001 mercado de reposición Marca CHAS. Resolución LCM.*

**Norma IRAM-AITA 1H3**

- Emisión: 1997 revisión prevista: 2008
- Parcialmente homóloga del ECE R43

**Métodos de ensayos:**

- IRAM-AITA 1H3-1 Norma de requisitos
- IRAM-AITA 1H3-2 Fragmentación
- IRAM-AITA 1H3-3 Transmisión luminosa
- IRAM-AITA 1H3-4 Distorsión óptica
- IRAM-AITA 1H3-5 Imagen secundaria
- IRAM-AITA 1H3-6 Impacto con cabeza
- IRAM-AITA 1H3-7 Impacto c/esfera
- IRAM-AITA 1H3-8 Abrasión
- IRAM-AITA 1H3-9 Alta temperatura
- IRAM-AITA 1H3-10 Humedad

Prescribe requisitos y ensayos para los vidrios de seguridad templados y laminados de uso automotriz (todas las categorías).

**Vidrios de seguridad**

- Situación actual del Área Vidrios del Intemin-Segemar: Se atiende una demanda programada de ensayos en nuestros laboratorios y de testificación de ensayos en planta de clientes. Resultados hasta 05/2008:

- 10 empresas certificadas c/sistema de seguimiento y control
- 1 empresa en proceso de certificación
- 2 empresas han presentado la solicitud de certificación. ■