

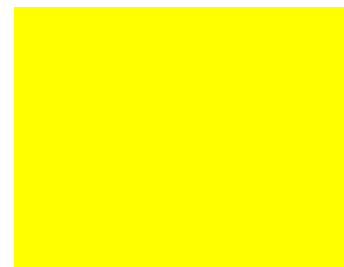


Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas,

Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



“Implementación de la Norma IRAM –  
AITA 1H3 en la Empresa Templados  
Centro SRL”

AUTOR

ALBIZU, FACUNDO

MATRICULA

41287906

TUTORA

Ing. MONICA GOMEZ

CÓRDOBA, 2022

## **RESUMEN**

En este trabajo se desarrolla parte del proceso de implementación de la norma IRAM – AITA 1-H3 en la empresa Templados Centro SRL.

Templados Centro SRL es una empresa familiar especializada en el desarrollo, fabricación y venta de vidrios y cristales, templados y laminados, planos y curvos para la industria automotriz.

Desde un primer momento, la empresa puso énfasis en la necesidad e importancia de lograr una correcta implementación de la norma. De esta manera, el autor se ve motivado a trabajar a la par de la empresa, en cuanto a las documentaciones, los procesos relacionados con sus productos y todos aquellos puntos de la norma necesarios para lograr el objetivo planteado.

El trabajo se desarrolló dentro del marco de una pasantía en el área de calidad de la organización. De esta manera, para cumplir con el objetivo del proyecto integrador, se utilizaron recursos propios de la empresa y se recorrió punto a punto cada parte de la norma en estudio. El lector podrá ver cómo se llevaron a cabo las diferentes actividades de la implementación.

## **ABSTRACT**

This work reports part of the process of implementation of IRAM -AITA 1-H3 standard, in the Company Templados Centro SRL.

Templados Centro SRL is a family company specialized in the development, manufacture and sale of templated and laminated, plane and curve glasses and crystals for the automotive industry.

From the beginning, the company emphasized in the need and importance of the correct implementation of the previously mentioned standard. To this end, the author worked alongside the company, referring to documentation, processes related to its products and to all those points of the standard which were necessary to accomplish the stated objective.

This work was developed within the framework of an internship in the quality area of the referred organization. Company's resources have been used and each line of the standard in study has been analyzed in order to achieve the aim of the integrative project. In this report, it is detailed how the activities related to the implementation were carried out.

# **INDICE**

1. Introducción	1
1.1. Propósito del Proyecto	1
1.2. Objetivo General del Proyecto Integrador	2
1.3. Objetivos Específicos del Proyecto Integrador	2
1.4. Metodología de Trabajo	3
1.5. Plan del Proyecto	4
2. Marco teórico	5
2.1. Definición de Calidad	5
2.2. Definición de Vidrio	6
2.2.1. Vidrios Laminados	7
2.2.1.1. Parabrisas	8
2.2.2. Vidrios Templados	9
2.3 Norma IRAM - AITA 1-H3	10
2.3.1. Introducción a la Norma	10
2.3.2. Objeto y Campo de Aplicación	11
2.3.3. Normas intervinientes	11
2.4. Beneficios de la Implementación de la Norma	12
2.5. Estructura organizativa	13
3. Fundamentos y desarrollo	15
3.1. Presentación de la Organización	15
3.1.1. Origen e historia de Templados Centros SRL.	16
3.2.2. Estructura Organizacional	17
3.2.3. Política de Calidad	18
3.2.4. Objetivos de Calidad	19
3.2.5. Productos de la Empresa y posición en el mercado	19
4. Relevamiento del proceso productivo	23
4.1. Diagrama de Flujo del Proceso de Producción	23
4.1.1. Control de Recepción de Vidrio y Corte	26
4.1.2. Taller Laminado	33
4.1.3. Taller Templado	38
4.1.4. Serigrafía	42
4.1.5. Curvado	45
4.1.6. Laminado	49
4.1.7. Templado	54
4.1.8. Autoclave	57
4.1.9. Despacho y Almacenamiento	63
4.2. Identificación y Trazabilidad del producto	66
4.3. Controles de Calidad	70

4.3.1. Copa Ford	70
4.3.1.1. Fundamentos del ensayo Copa Ford	70
4.3.1.2. Materiales necesarios para el ensayo	71
4.3.1.3. Procedimiento	71
4.3.1.4. Interpretación de resultados	74
4.3.2. Conductividad	75
4.3.2.1. Equipo para el ensayo	75
4.3.2.2. Descripción y funcionamiento del equipo	76
4.3.2.3. Calibración y medición del equipo	79
4.3.2.4. Interpretación de resultados.	80
4.3.3. Pummel	81
4.3.3.1. Elementos de protección personal	81
4.3.3.2. Equipos y materiales necesarios	82
4.3.3.3. Criterio de selección de muestras	82
4.3.3.4. Procedimiento de ejecución	82
4.3.3.5. Interpretación de resultados	86
5. Implementación de la Norma IRAM - AITA 1H3	87
5.1. Introducción	87
5.2. Ensayos en vidrios de seguridad templados.	88
5.2.1. IRAM - AITA 1H3 - 2 - Determinación de la fragmentación.	88
5.2.1.1. Equipos para el ensayo	88
5.2.1.2. Criterio de selección de muestras	92
5.2.1.3. Cronograma de realización de ensayo	97
5.2.1.4. Procedimiento para la realización del ensayo	98
5.2.1.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar.	102
5.2.1.6. Informe y registro de ensayo	106
5.2.2. IRAM - AITA 1H3 - 7 - Determinación de la resistencia al impacto con esfera.	107
5.2.2.1. Equipos necesarios para la realización del ensayo	107
5.2.2.2. Criterio de selección de muestras	108
5.2.2.3. Cronograma de realización de ensayo	109
5.2.2.4. Condiciones de ensayo	109
5.2.2.5. Procedimiento de ensayo	109
5.2.2.6. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar	111
5.2.2.7. Informe y registro de ensayo	111
5.3. Ensayos en vidrios de seguridad laminados.	112
5.3.1. IRAM - AITA 1H3 - 7 - Determinación de la resistencia al impacto con esfera.	112
5.3.1.1. Equipos necesarios para la realización del ensayo	112
5.3.1.2. Criterio de selección de muestras	113
5.3.1.3. Cronograma de realización de ensayo	114

5.3.1.4 Condiciones de ensayo	114
5.3.1.5 Procedimiento de ensayo	115
5.3.1.6. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar	118
5.3.1.7. Informe y registro de ensayo	119
5.3.2. IRAM - AITA 1H3 - 4- Determinación de la distorsión óptica.	119
5.3.2.1. Equipos para el ensayo	120
5.3.2.2. Criterio de selección de muestras	124
5.3.2.3. Cronograma de realización de ensayo	124
5.3.2.4. Procedimiento para la realización del ensayo	126
5.3.2.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar	131
5.3.2.6. Informe y registro de ensayo	132
5.3.2.7. Obtención de medidas de calibre máximo y mínimo.	132
5.3.3. IRAM - AITA 1H3 - 6 - Determinación de la resistencia al impacto con "Phantom".	133
5.3.3.1. Equipos para el ensayo.	133
5.3.3.2. Criterio de selección de muestras.	135
5.3.3.3. Condiciones de ensayo.	136
5.3.3.4. Cronograma de realización de ensayo.	136
5.3.3.5. Procedimiento.	137
5.3.3.6. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar.	141
5.3.3.7. Informe y registro de ensayo	143
5.3.4. IRAM - AITA 1H3 - 8- Determinación de la resistencia a la alta temperatura.	144
5.3.4.1. Equipos para el ensayo.	144
5.3.4.2. Criterio de selección de muestras.	145
5.3.4.3. Cronograma de realización de ensayo.	146
5.3.4.4. Procedimiento.	146
5.3.4.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar.	147
5.3.4.6. Informe y registro de ensayo	147
5.3.5. IRAM - AITA 1H3 - 5 - Determinación de la separación de la imagen secundaria.	148
5.3.5.1. Equipos para el ensayo.	148
5.3.5.2. Criterio de selección de muestras.	149
5.3.5.3. Cronograma de realización de ensayo	149
5.3.5.4. Procedimiento para la realización del ensayo	150
5.3.5.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar	151
5.3.5.6. Cálculo de mira de corona y spot	152
5.3.6. IRAM - AITA 1H3 - 12 - Determinación de los desvíos cuando son sometidos a verificación dimensional.	154
5.3.6.1. Equipos para el ensayo.	155
5.3.6.2. Criterio de selección de muestras	160
5.3.6.3. Cronograma de realización del ensayo	160

5.3.6.4. Procedimiento para la realización del ensayo	160
5.3.6.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar	162
5.3.6.6. Informe del ensayo	163
5.9. Ensayos Externos	165
5.9.1. IRAM - AITA 1H3 - 3 - Determinación de la transmisión luminosa.	165
5.9.2. IRAM - AITA 1H3 - 9 - Determinación de la resistencia a la abrasión.	166
5.9.3. IRAM - AITA 1H3 - 10 - Determinación de la resistencia a la radiación.	167
5.9.4. IRAM - AITA 1H3 - 11 - Determinación de la resistencia a la humedad.	167
5.10. Modificaciones realizadas para la implementación	168
5.10.1. Cambios sobre ensayo de fragmentación.	168
5.10.2. Cambios sobre ensayo de impacto con esfera.	169
5.10.3. Cambios sobre ensayo de impacto con cabeza phantom.	171
5.10.4. Cambios sobre ensayo de resistencia a la temperatura.	172
5.10.5. Cambios sobre ensayo de distorsión óptica e imagen secundaria.	173
5.10.6. Cambios generales a todos los ensayos.	175
6. Resultados y conclusiones	177
Bibliografía	179

# **1. INTRODUCCION**

A continuación, se menciona el propósito por el cual se lleva a cabo el proyecto integrador, junto con los objetivos generales y específicos del mismo. Además, se realiza una descripción de la metodología de trabajo y el plan del proyecto.

## **1.1. Propósito del Proyecto**

La empresa Templados Centro SRL buscó adoptar una correcta implementación de la norma IRAM – AITA 1H3, motivada por las exigencias de los requerimientos de varios de sus clientes.

Otro de los motivos que encausó la realización de este trabajo integrador, fue la necesidad de la empresa por comprometerse a suministrar a su clientela productos de buena calidad, cumpliendo con los requerimientos técnicos establecidos, y logrando así una satisfacción de sus clientes. Dicho aspecto, en conjunto con los conocimientos, el compromiso, la tecnología y la responsabilidad de cada uno de los integrantes de la empresa, permitió un crecimiento de la misma.

En el desarrollo de la implementación, fueron surgiendo diversos problemas dentro de la empresa Templados Centros SRL, los cuales se los enumera a continuación:

- a) **Falta de coordinación a la hora de realizar el proceso diario**, en cuanto a la secuencia de actividades, utilización de herramientas y máquinas, y registro de la documentación correspondiente.
- b) **Orden y seguimiento de la documentación utilizada**, registros desactualizados y archivos obsoletos.
- c) **No tener registro de sus instrumentos de trabajo**, para contar con información propia de cada instrumento dentro del proceso productivo.
- d) **Control de los dispositivos de seguimiento y medición**, falta de calibración de los instrumentos, actualización de existencia y estado de los mismos.
- e) **Falta de detalles en cuanto aspectos de seguridad, orden y limpieza**, para llevar a cabo la secuencia de actividades sin riesgo de sufrir lesiones por parte de los operarios.



- f) **Falta de orden en el laboratorio de la empresa**, acumulación de herramientas y muestras fuera del lugar correspondiente de almacenaje, acumulación de desperdicios/scrap, suciedad en el lugar de trabajo y mala distribución de maquinarias/almacenaje de piezas.

Al establecer y poner en ejecución esta nueva doctrina, se pretende solucionar los problemas que presenta la empresa. Además, el autor considera que se optimizarán los procesos productivos y organizacionales para cumplir con las expectativas de los clientes actuales y futuros.

### **1.2. Objetivo General del Proyecto Integrador**

Aplicación de la norma IRAM – AITA 1-H3 con sus partes correspondientes, que le permitirá a la empresa garantizar a sus clientes productos de calidad, cumpliendo con los requerimientos técnicos exigidos, lo que generaría un gran crecimiento de la misma.

Dicha implementación, incluye las actividades de adecuación y empleo de la estructura documental necesarios para cumplir con los requisitos de la normativa.

### **1.3. Objetivos Específicos del Proyecto Integrador**

A continuación, se presentan los objetivos específicos del proyecto integrador:

- a) Realizar un relevamiento inicial del proceso productivo de la empresa Templados Centros SRL, verificando una correcta realización del mismo, junto con el registro correspondiente de la documentación requerida.

El autor considera importante aclarar que únicamente se desarrollará el análisis del proceso productivo con el que trabaja la empresa, sin entrar en detalle en los demás procesos de la organización (como son compras, ventas, finanzas, desarrollo, etc.). Esto es debido a que la implementación de la norma IRAM - AITA 1-H3 se involucra principalmente en la producción de los parabrisas laminados, laterales y lunetas.

- b) Modificar aquellos registros, instructivos o documentos que estén desactualizados, obsoletos o incompletos, para mantenerlos actualizados.

- c) Implementar la norma IRAM – AITA 1-H3, en función de los requisitos establecidos por la misma.
- d) Elaborar conclusiones de la implementación realizada para lograr una retroalimentación hacia la empresa.

#### **1.4. Metodología de Trabajo**

Cabe destacar que, el tipo de estudio que se llevó a cabo corresponde a un trabajo de campo, debido a que las principales actividades fueron desarrolladas en el espacio físico de la empresa en análisis.

Para cumplir con los objetivos planteados anteriormente, se realizó un análisis del Marco Teórico (correspondiente al capítulo N°:2), junto con los Fundamentos y Desarrollo de la Organización (correspondiente al capítulo N°:3) en lo referido a los requisitos y política de calidad. Este punto de partida, se considera de gran importancia debido a que describe la situación actual en donde se va a realizar el proyecto y los estándares que se desean alcanzar.

En una segunda instancia, se procedió a hacer un relevamiento inicial del proceso productivo realizado por la empresa Templados Centro SRL (correspondiente al capítulo N°:4). Para ello, el autor recorrió la planta entrevistando a los diversos empleados en sus puestos correspondientes y verificó que en las distintas etapas del proceso se esté registrando la documentación correspondiente, se esté cumpliendo con el flujograma del proceso y que se estén utilizando los elementos de protección personal. De esta manera el autor no solo se asegura de una correcta implementación de la norma, sino también, se garantiza evitar al máximo posible los accidentes laborales.

Una vez analizados con profundidad estos aspectos, se continuó estudiando e implementando punto a punto los ítems de cada parte de la norma IRAM – AITA 1-H3, llevando a cabo un registro de cada uno de los ensayos mencionados dentro de la misma. Estos ensayos se encuentran descritos dentro del capítulo N°: 5.

El informe finaliza con un análisis de los resultados obtenidos y una interpretación de las conclusiones retomando los objetivos planteados al principio del estudio. Dicho aspecto se ve reflejado en el capítulo N°:6.

## 1.5. Plan del Proyecto

A continuación, se presenta el plan de trabajo del proyecto estimativo, detallando el listado de actividades que forman parte del mismo.

Actividad/Semana
<b>ETAPA Nº1: Desarrollo marco teorico</b> 1.1. Descripción de la empresa 1.2. Importancia de la implementación de la norma IRAM - AITA 1H3 1.3. Identificación de productos para la determinación del alcance con dirección
<b>ETAPA Nº2: Definición de procesos</b> 2.1. Relevamiento de procesos 2.2. Mapa de procesos
<b>ETAPA Nº3: Estructura documental</b> 3.1. Normativas que enmarcan la actividad: Identificación de requisitos legales aplicables a la actividad 3.2. Referencia de normas nacionales 3.3. Desglose de las distintas partes de la norma IRAM - AITA 1H3 3.4. Ordenamiento de registros y formularios
<b>ETAPA Nº4: Seguimiento y revisión</b> 4.1. Relevamiento de resultados

FIGURA 1.1 - Listado de actividades del cronograma del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

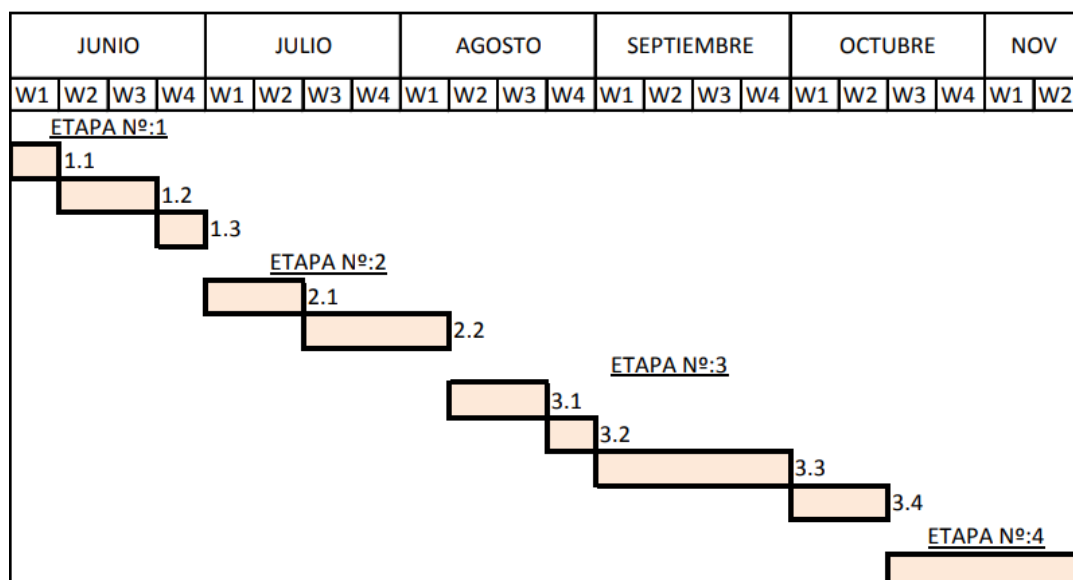


FIGURA 1.2 - Cronograma de actividades del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

En esta segunda figura (figura 1.2) podemos observar el cronograma de actividades de cada una de las etapas que conforman al proyecto integrador.

## **2. MARCO TEORICO**

A continuación, se realiza una descripción detallada de los fundamentos teóricos por los cuales se sustenta el proyecto. Los mismos incluyen conceptos específicos que introducen al trabajo realizado sobre el tema que este conlleva, como son términos referidos a la calidad del producto, definiciones de distintos tipos de vidrios, conceptos de la norma en estudio y, por último, términos de gestión de empresas y planificación de la producción tenidos en cuenta para el relevamiento inicial de la organización.

### **2.1. Definición de Calidad**

Al ser considerado un concepto subjetivo, la definición de calidad puede variar y ha evolucionado a lo largo del tiempo. Algunas definiciones más representativas se presentan a continuación.

- Según Edwards Deming, la calidad es *“una serie de cuestionamientos hacia un mejoramiento continuo”*.
- Según el Dr. J. Juran, *“la calidad es la adecuación al uso”*, acepción que se entiende para el cliente interno y externo.
- Según Kaoru Ishikawa la define como *“desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor”*.
- En 1995, el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial–Comisión Panamericana de Normas Técnicas–Organización Internacional de Normalización ICAITI–COPANT–ISO 8402 da el siguiente concepto sobre calidad: *“La totalidad de las características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas y las implícitas”*.
- En la Norma ISO 9000, se define a la calidad como *“grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos”*.

Como puede observarse, existen muchas definiciones sobre calidad. No obstante, la definición anterior engloba sintéticamente los principales conceptos que la caracterizan.

Tomando como base las definiciones anteriores, la calidad se relaciona con las exigencias de los consumidores con respecto a la satisfacción de sus necesidades,

es decir al conjunto de todas las características de un producto o servicio que tengan importancia para el cliente. De esta manera, se observa que existe una interrelación con la manera en que llega el producto final al consumidor y la forma en que se produce.

En resumen, el autor expresa que calidad es “*satisfacer las necesidades de los clientes*”, lo cual significa que se debe complacer el deseo o necesidad, que puede ser explícitas o implícitas, fijas o cambiantes, de cada uno de los clientes de manera individual. El cliente demandará calidad de producto, precio, plazos de entrega, etc. lo que forma parte del concepto “satisfacción”; por lo que para poder satisfacer es necesario conocer bien a los clientes y traducir sus necesidades al lenguaje técnico de la empresa.

El autor comenta que, debido a que el enfoque principal de la calidad es cumplir con los requisitos del cliente y tratar de exceder las expectativas del mismo, se decidió llevar a cabo dicho proyecto integrador, es decir optar por la implementación de la norma IRAM - AITA 1-H3 en la empresa Templados Centro SRL.

## **2.2. Definición de Vidrio**

El vidrio es un material amorfo producido por la fusión de silicio y aditivos a muy altas temperaturas. Es una sustancia dura, normalmente brillante y transparente, compuesta principalmente de silicatos y álcalis fusionados a alta temperatura. Se lo considera un sólido amorfo, porque no es ni sólido ni líquido, sino que existe en un estado vítreo. (Caviplan. 2007. Manual del vidrio plano, Cuarta Edición. Pág. 11).

Cabe mencionar que existen distintos tipos de vidrios, a pesar de ello, a lo largo del desarrollo de este proyecto integrador, el autor se centrará en la descripción de vidrios de seguridad (laminados y templados). Esto se debe a que, como se explicará más adelante, la empresa Templados Centros SRL realiza sus procesos productivos en base a estos dos aspectos.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, un vidrio de seguridad es aquél que no se rompe o, si se rompe, lo hace en forma segura (sin astillas cortantes).

### 2.2.1. Vidrios Laminados

Los vidrios laminados son vidrios formados por dos o más hojas de vidrio, unidas entre sí por la interposición de una o varias láminas de Polivinilo Butiral (PVB) aplicadas a presión y calor en el proceso de autoclave.

Esta configuración combina las propiedades del vidrio (transparencia y dureza) con las propiedades del PVB:

- a) Adherencia al vidrio.
- b) Elasticidad.
- c) Resistencia al impacto.

De esta manera, ante un impacto sobre el vidrio laminado, la rotura es localizada, exclusivamente en el punto de impacto, manteniendo su transparencia. Además, la lámina de PVB absorbe la energía del impacto y actúa como una barrera protectora debido a su elasticidad y adherencia a los paneles del vidrio, asegurando que se mantengan en su lugar y reduciendo el riesgo de que las personas se corten con los fragmentos de vidrios. (Solutia. s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 117)

Aunque el PVB es un material opaco en su estado natural, luego del proceso de autoclave pasa a ser transparente, de modo tal que no se ven afectadas las propiedades de transmisión lumínica del vidrio.

El espesor de PVB estándar es 0.38 mm, pero para aplicaciones especiales (de seguridad o de control acústico) se utilizan espesores de 0.76 mm, 1.14 mm y 1.52 mm. (Caviplan. 2007. Manual del vidrio plano, Cuarta Edición. Pág. 33).

Dentro de los requisitos de los estándares Europeos EN 12543 - 1/2/3/4/5/6, más específicamente en la Parte I - Definición y descripción de los componentes, se distingue el concepto de vidrio laminado y vidrio laminado de seguridad. Ambas definiciones se presentan a continuación:

- a) **Vidrio laminado:** *“Ensamblado de una hoja de vidrio con una o varias hojas de vidrio y/0 material de vidrio plástico ensambladas por una o varias interlamina”.*
- b) **Vidrio laminado de seguridad:** *“laminado de vidrio por el cual, en el caso de rotura, la lámina tiene la función de mantener en su lugar los fragmentos de*

*vidrio, limitando el tamaño de abertura y proporcionando resistencia residual y reduciendo el riesgo de heridas debido a cortes o heridas por penetración”.*

De este modo, se puede notar que el vidrio laminado es considerado un vidrio de seguridad ya que, como se mencionó anteriormente, en caso de rotura, los trozos del vidrio quedan adheridos al PVB impidiendo su desprendimiento y caída. De esta manera constituye una barrera de protección y retención ante el impacto de personas y objetos, evitando su traspaso y caída al vacío.

En síntesis, este tipo de vidrio de seguridad en automóviles genera ventajas muy considerables en lo que respecta a la seguridad de las personas y objetos, en el confort acústico y térmico, y en la duración de la tapicería por su propiedad para el bloqueo de rayos UV.

#### **2.2.1.1. Parabrisas**

El parabrisas es un elemento de suma importancia ya que protege al conductor del vehículo de impactos originados por colisiones o por choques exteriores que podrían provocar graves accidentes corporales. Esto se debe a que pueden absorber parte de la energía liberada en una colisión.

Por otro lado, son lo suficientemente transparentes y no deben provocar ninguna deformación apreciable de los objetos vistos a través del acristalamiento ni ninguna confusión entre los colores utilizados en la señalización de tráfico. En caso de rotura del parabrisas, el conductor deberá poder seguir viendo la carretera con la suficiente claridad para que pueda frenar y detener el vehículo con total seguridad.

Al ser un vidrio laminado, como se expresó anteriormente, está formado por dos hojas de vidrio unidas mediante una lámina intercalada de PVB. Sobre su cara de pegado a la carrocería suele incorporar una impresión de serigrafía con esmalte vitrificable de color negro de alta opacidad.

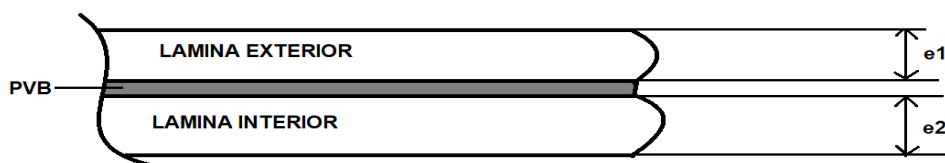


FIGURA 2.1 - Composición del parabrisas laminado. Fuente: Elaboración propia.

Generalmente los espesores de los vidrios individuales  $e_1$  y  $e_2$  son iguales con lo que se une una configuración simétrica al laminado, pero existen casos en que pueden ser distintos. Es por ello que existen las denominadas “especificaciones principales y secundarias de un parabrisas de vidrio laminado de seguridad”, que van a variar entre cada caso particular.

TABLA 2.1 - Especificaciones principales y secundarias de un parabrisas de vidrio laminado de seguridad.

<b>Características Principales</b>	<b>Características Secundarias</b>
Forma y dimensiones	Naturaleza del vidrio
Curvatura	Coloración del vidrio
Número de hojas de vidrio	Bandas de oscurecimiento
Espesor nominal de lámina exterior	-
Espesor nominal de lámina interior	-

Fuente: Elaboración propia.

### **2.2.2. Vidrios Templados**

El Reglamento n°:43 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), define al vidrio templado como: *“el acristalamiento constituido por una sola capa de vidrio que ha recibido un tratamiento especial destinado a aumentar su resistencia mecánica y a controlar su fragmentación en caso de rotura”*.

Al aplicar cargas mecánicas ligeras, como las generadas por impacto, presión o choque térmico, los vidrios pueden fracturarse en varios fragmentos. Aquellos fragmentos que son puntiagudos pueden causar serias lesiones a las personas. Es por ello, que mediante un tratamiento especial se controla el proceso productivo del vidrio, haciendo que este sea menos susceptible a la fractura y se reduzca considerablemente el riesgo de lesiones (ya que el vidrio se fractura en trozos muy pequeños de forma regular y sin picos).

Sintetizando, las propiedades de un vidrio templado como vidrio de seguridad, se basan en dos aspectos: por un lado, posee mayor capacidad para resistir esfuerzos de tracción que un vidrio común; y por otro lado, si rompe, se desintegra en pequeños



fragmentos que no causan heridas cortantes o serias, como las que causarían los bordes filosos de pequeños trozos de vidrio recocido. (Caviplan. 2007. Manual del vidrio plano, Cuarta Edición. Pág. 69).

Las principales propiedades del vidrio templado se presentan a continuación:

- a) **Versatilidad:** El vidrio templado se puede moldear en diferentes formas y estilos para cumplir con diversas aplicaciones y modelos.
- b) **Resistencia al impacto:** La resistencia al impacto del vidrio templado es muy alta, lo que ayuda a soportar condiciones y temperaturas extremas.
- c) **Fuerza:** El vidrio templado puede ser de 3 a 7 veces más resistente que el vidrio recocido, lo que lo hace adecuado para aplicaciones más exigentes con cargas ambientales elevadas.

## **2.3 Norma IRAM - AITA 1-H3**

### **2.3.1. Introducción a la Norma**

Los estándares y normas permiten establecer niveles de calidad en los procesos que se desarrollan dentro de una empresa. Posibilitan documentar cada uno de los procedimientos que se deben realizar por cada tipo de trabajo que se lleva a cabo, y documentar de manera suficiente y adecuada las revisiones para lograr resultados homogéneos y de la misma calidad.

La norma IRAM - AITA 1-H3, sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores, fue estudiada en el año 1997 por el Instituto Argentino de Normalización (IRAM) y la Asociación de Ingenieros y Técnicos del Automotor (AITA) en virtud del convenio existente entre ambas instituciones.

IRAM es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen; promover las actividades de certificación de productos y de sistemas de calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

Además de la parte 1, la norma IRAM - AITA 1-H3 consta de las partes 2 a 12, citadas y desarrolladas posteriormente dentro del capítulo N°: 5. En la primera parte se

establecen requisitos tanto para la aprobación de tipo como de partidas, mientras que en el resto de las partes se especifican los diferentes métodos de ensayo.

### **2.3.2. Objeto y Campo de Aplicación**

La norma IRAM - AITA establece los requisitos de los vidrios de seguridad empleados en vehículos automotores, con el objeto de:

- a) Reducir los riesgos de lesiones a sus ocupantes.
- b) Asegurar buena visibilidad.
- c) Disminuir la posibilidad de accidentes debidos a pérdidas de visibilidad a través de vidrios fragmentados.

### **2.3.3. Normas intervinientes**

Los organismos internacionales de normalización y el IRAM, mantienen registros actualizados de sus normas. Es por ello que, en la norma IRAM - AITA 1-H3 - 1 se cita: *“Todo documento es susceptible de ser revisado y las partes que realicen acuerdos basados en esta norma se deben esforzar para buscar la posibilidad de aplicar sus ediciones más recientes”*.

A continuación se mencionan las normas para consulta que intervienen como prescripciones válidas para la norma IRAM - AITA 1-H3 - 1.

- a) IRAM 15: 1973 - Inspección por atributos. Planes de muestra única, doble y múltiple, con rechazo.
- b) IRAM - AITA 1-H3 - 2 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 2 - Determinación de la fragmentación.
- c) IRAM - AITA 1-H3 - 3 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 3 - Determinación de la transmisión luminosa.
- d) IRAM - AITA 1-H3 - 4 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 4 - Determinación de la distorsión óptica.
- e) IRAM - AITA 1-H3 - 5 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 5 - Determinación de la separación de la imagen secundaria.
- f) IRAM - AITA 1-H3 - 6 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 6 - Determinación de la resistencia al impacto con “Phantom”.

- g) IRAM - AITA 1-H3 - 7 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 7 - Determinación de la resistencia al impacto con esfera.
- h) IRAM - AITA 1-H3 - 8 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 8 - Determinación de la resistencia a la alta temperatura.
- i) IRAM - AITA 1-H3 - 9 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 9 - Determinación de la resistencia a la abrasión.
- j) IRAM - AITA 1-H3 - 10 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 10 - Determinación de la resistencia a la radiación.
- k) IRAM - AITA 1-H3 - 11 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 11 - Determinación de la resistencia a la humedad.
- l) IRAM - AITA 1-H3 - 12 - Automotores - Vidrios de seguridad - Parte 12 - Determinación de los desvíos cuando son sometidos a verificación dimensional.
- m) ISO 6549:1980 - Road vehicles - Procedure for H - Point determination.

Como se mencionó anteriormente, la implementación e interpretación de cada una de las partes de la norma en estudio, se trabajará posteriormente en el capítulo N°: 5.

## **2.4. Beneficios de la Implementación de la Norma**

Toda implementación de una norma dentro de una empresa genera beneficios internos y externos, es decir, beneficios para la gestión de la empresa y beneficios para los clientes y el mercado.

- a) Beneficios ante el mercado:
  - i) Mejorar la imagen de los productos ofrecidos, tanto con los clientes como con el resto de organismos, grupos y personas del entorno.
  - ii) Favorecer su desarrollo y afianzar su posición.
  - iii) Ganar cuota de mercado, ya que existen clientes que exigen esta certificación para trabajar con ellos por lo que adquirirla puede suponer una apertura a nuevos mercados.
- b) Beneficios ante los clientes:
  - i) Aumento de la satisfacción y confianza de los clientes, ya que demuestra la capacidad de la empresa para realizar correctamente los procesos y ofrecer productos de calidad.
  - ii) Acceder a acuerdos de calidad concertada con los clientes.

- c) Beneficios para la gestión de la empresa:
- i) Servir como medio para mantener y mejorar la eficacia y adecuación del sistema de gestión de la calidad, al poner de manifiesto los puntos de mejora.
  - ii) Servir como base de la gestión de la calidad y estimular a la empresa para entrar en un proceso de mejora continua.
  - iii) Aumentar la motivación y participación del personal, así como mejorar la gestión de los recursos.
  - iv) Una mejora y un mayor control en los procesos internos genera una clara mejora productiva, lo que lleva a una mayor rentabilidad.

## 2.5. Estructura organizativa

Según Henry Mintzberg, la estructura organizativa es *“el conjunto de todas las formas en que se divide el trabajo en tareas distintas y la posterior coordinación de las mismas”*.

En base a este concepto, se puede decir que la estructura organizacional es una estructura intencional de roles, en la cual cada persona asume un papel que se espera que cumpla con el mayor rendimiento posible. Es una estructura que involucra dos requerimientos fundamentales: la división del trabajo en distintas tareas, y el logro de la coordinación entre estas.

Mintzbert, en su libro *Diseño de Organizaciones Eficientes*, sostiene que existen mecanismos de coordinación en una organización y los clasifica de la siguiente manera:

1. **Adaptación mutua:** logra la coordinación de trabajo por el simple proceso de comunicación informal.
2. **Supervisión directa:** logra la coordinación al tener una persona que toma la responsabilidad por el trabajo de otras.
3. **Estandarización:** la coordinación es lograda antes de comenzar el trabajo. Existen tres formas básicas de lograr la estandarización en las organizaciones:
  - a. **Procesos:** los contenidos del trabajo están especificados o programados.

**b. Resultados:** los resultados están especificados.

**c. Habilidades:** está especificado el tipo de capacitación que se requiere para efectuar el trabajo; en otras palabras, se estandariza al trabajador que llega al trabajo.

La mayoría de las organizaciones combina estos mecanismos, no utiliza sólo uno de ellos. Siempre se requiere una cierta cantidad de supervisión directa y ajuste mutuo, sin importar la dependencia de la estandarización.

Por otra parte, según el modelo de estructura de Mintzberg, las organizaciones están estructuradas de la siguiente manera:

1. **Núcleo operativo:** Abarca a aquellos miembros de la empresa que realizan el trabajo básico relacionado directamente con la producción de productos.
2. **Cumbre estratégica (ápice estratégico):** aquellas personas encargadas de la responsabilidad general de la organización.
3. **Línea media:** gerentes de gerentes, jerarquía de autoridad entre el núcleo operativo y la cumbre estratégica.
4. **Tecnoestructura y staff de apoyo** (proveedores de servicios indirectos).

El autor aclara que los términos antes mencionados son genéricos para la gran mayoría de las organizaciones. Los conceptos específicos de la empresa en donde se desarrolla el estudio realizado, será explicado posteriormente dentro del capítulo N°: 3.

### 3. FUNDAMENTOS Y DESARROLLO

#### 3.1. Presentación de la Organización

Templados Centro SRL es una empresa especializada en la fabricación y venta de vidrios y cristales, templados y laminados, planos y curvos para la industria automotriz, con más de 25 años de experiencia en el rubro.

Es una pequeña y mediana empresa, de tipo industrial, más precisamente del rubro vidrios y cristales, conformada por 24 empleados, fundada el 15 de junio del año 1993. Se encuentra ubicada en la provincia de Córdoba, Argentina, más precisamente en la colectora Av. circunvalación y puente Vélez Sarsfield. Cuenta con la siguiente página web "<http://www.templadoscentro.com/>" y con números telefónicos y emails en caso de que se requiera un contacto por parte del cliente.

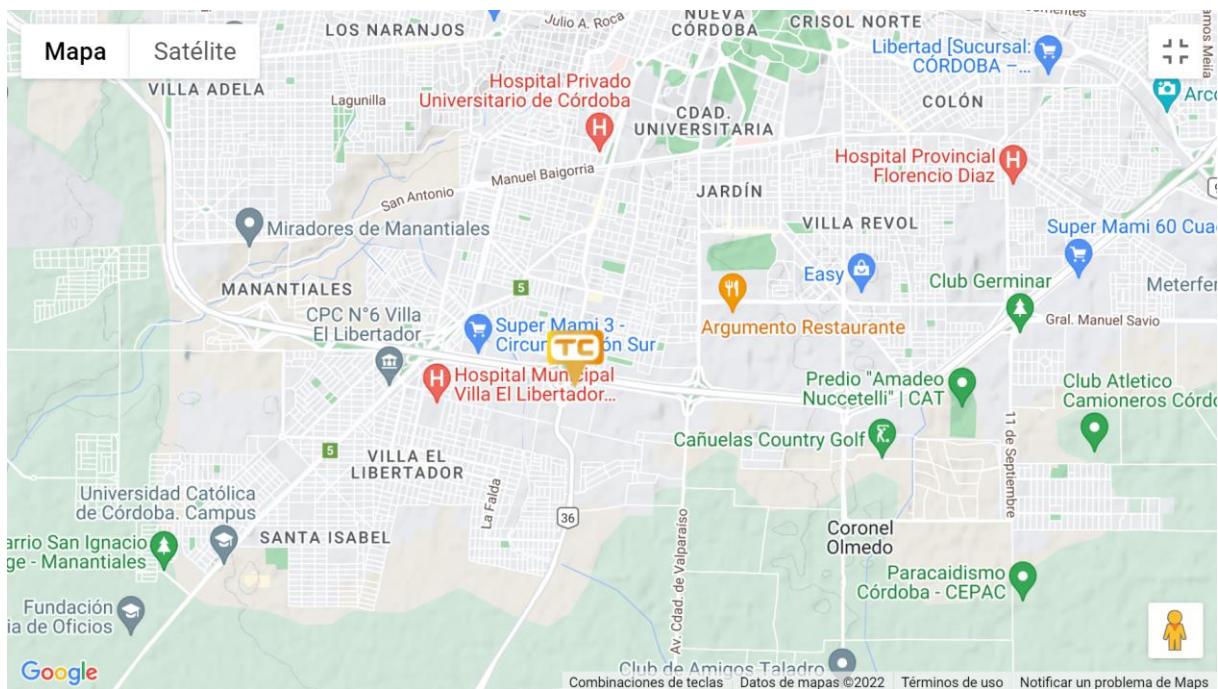


FIGURA 3.1 - Ubicación de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Google Maps (2022)

Con respecto a la infraestructura, cuenta con un predio de 4571 m<sup>2</sup>, de los cuales 450 m<sup>2</sup> son para depósitos, 128 m<sup>2</sup> corresponden al laboratorio, 50 m<sup>2</sup> a las oficinas y 2130 m<sup>2</sup> a manufactura.

### **3.1.1. Origen e historia de Templados Centros SRL.**

Como se mencionó anteriormente, la empresa Templados Centro SRL tuvo sus comienzos el 15 de junio de 1993, siendo su actividad principal la fabricación de laterales templados y especiales a medida para el mercado de reposición de la industria automotriz. En el año 1994 se comenzó a producir los vidrios templados curvos, mientras que en el año 1995 se agrega la producción de los vidrios templados para el agro.

Al cabo de unos años, la demanda de los productos se fue incrementando, y al no contar con el espacio físico necesario, ni con la capacidad para responder a dicha demanda, en el año 1996 se construyó una nueva planta fabril. Ubicada en Av. Vélez Sarsfield y circunvalación de la ciudad de Córdoba, Argentina.

En el año 1997 el mercado en donde se desarrollaba la empresa se amplió, ya que se comenzó a producir templados para la industria náutica, es decir vidrios planos y curvos para lanchas.

Los pasos estuvieron dirigidos al desarrollo e implementación de una nueva línea de producción, parabrisas laminados, para así diversificar la oferta en el mercado automotor. Es por ello que en el año 1999 se adquirió maquinaria automatizada y se realizó una ampliación de las instalaciones.

En el año 2003, para participar en nuevos productos requeridos por el mercado cordobés, se incorporó una línea de producción para puertas laminadas, denominadas “antivandalismo”, para exportación. Así mismo se completó el desarrollo de cristales antibala para la industria automotriz en los niveles RB2 Certificado N° 008/03-C, RB3 Certificado N° 051/02-C, RB4 Certificado N° 027/02-C, Aprobados por el RENAR.

En el año 2005 se continuó con la ampliación de las instalaciones para optimizar el almacenamiento de matrices; mientras que, en el año 2008, la ampliación fue en hornos templados y en el desarrollo interno de un nuevo horno de laterales.

En el año 2010 se realizó una automatización y ampliación de capacidades en procesos para pulido, perforado y lavado. Por otra parte, en el año 2012 se

automatizaron los procesos de carga y se ampliaron las capacidades del proceso de corte y despunte.

En el año 2015, se ampliaron las capacidades del proceso de serigrafía, y en 2016 se adquirió un nuevo predio para ampliar las capacidades y se dio inicio a la construcción de una nueva planta.

### **3.2.2. Estructura Organizacional**

Actualmente la empresa cuenta con 24 (veinticuatro) empleados que cumplen diferentes funciones y trabajan en diferentes áreas.

La empresa cuenta con un gerente general el cual se encarga de definir las responsabilidades y autoridades correspondientes a la gerencia de administración y finanzas, de comercialización y de fábrica. En lo que respecta a calidad, es el encargado de definir y aprobar la política y objetivos de calidad, junto con la aprobación del plan de auditorías y de capacitación para cumplir con el sistema de gestión de calidad.

El gerente de administración y finanzas se encarga de planificar, organizar y controlar la contabilidad financiera de la empresa, protegiendo los recursos y asegurando la permanencia en el mercado.

El gerente de comercialización se encarga de planificar, organizar, controlar, ordenar y evaluar las operaciones relacionadas a la venta del producto y a la compra de los insumos necesarios para producirlos. Por otra parte, el gerente de fábrica dispone de un encargado de operaciones y producción, de calidad, de mantenimiento y de desarrollo.

Además, la empresa Templados Centro SRL cuenta con asesoramiento externo en diversas áreas, como son: el área contable, seguridad e higiene, informática, Aseguradores de Riesgo de Trabajo (ART), calidad y mantenimiento.

En referencia a los conceptos mencionados con anterioridad sobre la estructura organizativa de las organizaciones, la empresa cuenta con un núcleo operativo y una cumbre estratégica bien definida. Por otro lado, cuenta con supervisores del núcleo



operativo que conforman la línea media de la organización y con asesoramiento externo que conforma el staff de apoyo.

### **3.2.3. Política de Calidad**

La Norma ISO 9000, define a la política de calidad como: *“Intenciones globales y orientación de una organización, relativas a la calidad, tal como se expresan formalmente por la Alta Dirección”*. Asimismo, la política de calidad debe plasmarse en una serie de objetivos de calidad, es decir, en tareas concretas que deben llevarse a cabo en un plazo determinado. Cabe destacar que dicho aspecto se desarrolla posteriormente en el apartado “3.2.4. Objetivos de calidad”.

Desde una perspectiva genérica, la política de calidad debe estar conformada por los siguientes requisitos:

- a) Ser adecuada al propósito de la organización en temas de calidad.
- b) Recoger el compromiso de la mejora continua de los procesos.
- c) Servir de referencia para la revisión y aplicación de los objetivos.
- d) Ser un documento de fácil comprensión y acceso.
- e) Actualizarse de manera permanente según los objetivos de la empresa.
- f) Dar cumplimiento a los requisitos de los clientes.

A continuación, se menciona la política de calidad otorgada por la empresa Templados Centro SRL:

- a) *“En Templados Centro SRL, templamos y laminamos vidrios planos y curvos para la Industria Automotriz, la Agroindustria, la Industria Náutica y la Industria de la Construcción; manteniendo nuestro compromiso de satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes”*.
- b) *“Así mismo manifestamos nuestro compromiso con la mejora continua en los distintos procesos de la Organización y en todo lo referido al Sistema de Gestión de la Calidad conforme a la Norma ISO 9001, vigente”*.
- c) *“Para ello capacitamos a todos nuestros integrantes respecto al Sistema de Gestión de la Calidad fomentando el desarrollo de sus habilidades para cumplir con los requisitos de los productos elaborados”*.

### 3.2.4. Objetivos de Calidad

Los objetivos de la calidad, incluyendo aquellos necesarios para cumplir los requisitos para el producto, se establecen anualmente para cada una de las funciones involucradas dentro de la organización. Los ejes de planificación, otorgados por la empresa Templados Centro SRL, para establecer los objetivos anuales de calidad son:

- a) *“Para la **Gerencia General**, es monitorear la satisfacción del cliente mediante encuesta de satisfacción, comportamiento del producto entregado, garantías utilizadas, y el tratamiento de las quejas de clientes”.*
- b) *“Para el responsable de **Producción**, es reducir los recortes de la materia prima a valores mínimos y los descartes (scraps) de productos a cero”.*
- c) *“Para el responsable de **Mantenimiento**, es incrementar el índice de fiabilidad de máquinas y equipos a un máximo posible”.*
- d) *“Para la **Ingeniería**, es normalizar y eficientizar continuamente el desarrollo de sus procesos y su validación”.*
- e) *“Para **Compras**, es mejorar continuamente las relaciones con los proveedores y su desempeño”.*
- f) *“Para **Ventas**, es incrementar los volúmenes de ventas de acuerdo a las capacidades de la planta productiva, el objetivo es reducir la capacidad ociosa”.*
- g) *“Para el responsable de **Administración del personal**, es administrar los planes de capacitación, superándolos continuamente (con lo que se espera mayor eficacia en las operaciones productivas, reducción del ausentismo y de la accidentabilidad)”.*
- h) *“Para **Finanzas**, es obtener un flujo de fondos continuamente favorables maximizando las utilidades y minimizando los gastos operacionales”.*

### 3.2.5. Productos de la Empresa y posición en el mercado

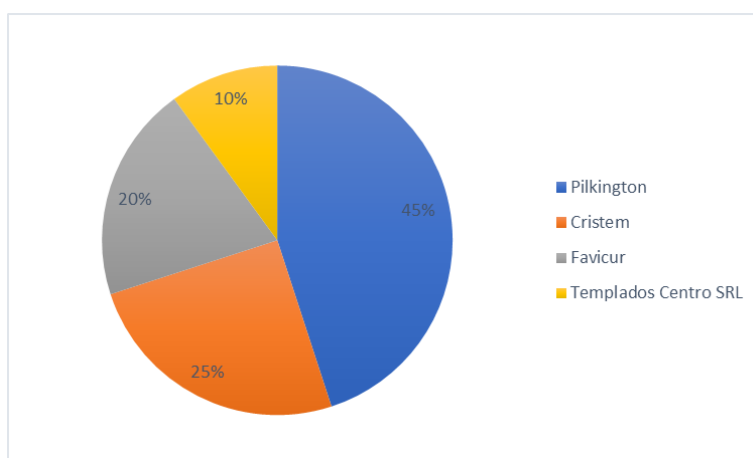
Antes de comenzar con el desarrollo de los productos que elabora la empresa en análisis, el autor aclara la posición que ocupa la empresa Templados Centro SRL en el mercado partícipe.

Existen tres grandes competidores con los que la empresa en estudio compite en el mercado nacional. A continuación, se describe brevemente cada uno de ellos.

- a) **Pilkington**: Firma de nivel mundial en fabricación de piezas para la industria automotriz.
- b) **Cristem**: Firma de origen nacional con fuerte presencia en el mercado local.
- c) **Favicur**: Firma de origen nacional con fuerte presencia en el mercado local.

En el siguiente gráfico, se puede observar la participación en el mercado de reposición de cada una de las mencionadas empresas.

GRÁFICO 3.1 - Participación en el mercado de reposición.



Fuente: Elaboración de la directiva de la empresa Templados Centro SRL (2020).

Notar que, la participación en el mercado de la empresa en estudio es considerablemente inferior a la de sus competidores. En consiguiente, con la correcta implementación de la norma en cuestión, la empresa mejoraría su posición en el mercado interviniente.

En lo que respecta a sus productos, a la fecha, la empresa en estudio cuenta con una amplia cartera de productos y gran disponibilidad de stock en modelos nacionales e importados de mayor importancia. Los productos que fabrica y comercializa la empresa Templados Centro SRL son los siguientes:

- a) Parabrisas laminados, laterales y lunetas.
- b) Trabajos de especialización, con desarrollos a pedido.

Los trabajos de especialización consisten en el desarrollo de productos basándose en modelos o prototipos del mercado de reposición o de clientes que proveen su propio diseño.



FIGURA 3.2 - Luneta producida por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 3.3 - Puerta lateral producida por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 3.4 - Parabrisas producidos por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

## **4. RELEVAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO**

El autor destaca que, para la correcta implementación y desarrollo del proyecto integrador, se ajustaron cada una de las etapas del proceso productivo, para lo cual se procedió a la actualización de sus registros, la verificación de los procedimientos y uso de elementos de protección personal que eso conlleva. Estos aspectos, serán explicados con más detalle posteriormente dentro de este capítulo.

### **4.1. Diagrama de Flujo del Proceso de Producción**

La organización tiene procesos que interactúan para proporcionar resultados coherentes con los objetivos de la organización, que pueden definirse, medirse y mejorarse.

Como se menciona en el apunte de Gestión de la Calidad de la Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: *“Un proceso es un conjunto de actividades secuenciales que añaden valor al producto o servicio y que, en cada etapa, comienzan siendo entradas (inputs) y, tras una transformación, se convierten en salidas (outputs) que deben satisfacer los requerimientos o necesidades del cliente o usuario, ya sea interno o externo. Por actividad entendemos el conjunto de tareas necesarias para la obtención de un resultado”*.

Los procesos están constituidos por actividades internas que se pueden esquematizar mediante un “diagrama de flujo”. El cual consiste en una representación gráfica de los pasos que se llevan a cabo para realizar un proceso determinado; presenta información clara, ordenada y concisa; partiendo de una entrada, y después de realizar una serie de acciones, se llega a una salida.

A continuación, se puede observar el diagrama de flujo correspondiente al proceso productivo de la empresa Templados Centro SRL.

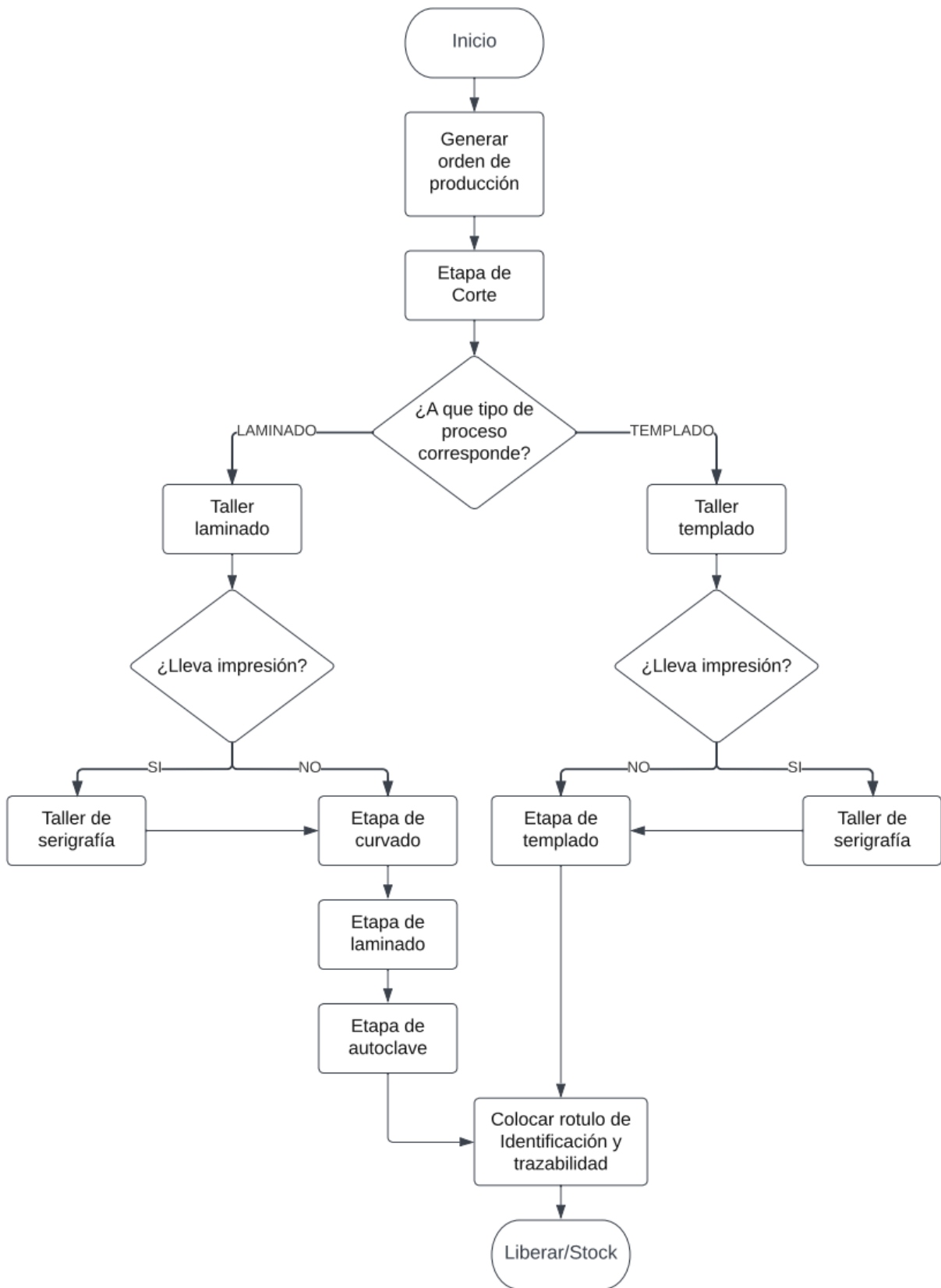


FIGURA 4.1 - Diagrama de flujo del proceso productivo de la empresa Templados Centro SRL.

Fuente: Documento otorgado por la empresa.

Antes de comenzar con la descripción correspondiente, el autor considera importante recordar que únicamente se desarrollará el análisis del proceso productivo con el que trabaja la empresa, sin entrar en detalle en los demás procesos de la organización (como son compras, ventas, finanzas, desarrollo, etc.). Esto se debe a que la implementación de la norma IRAM - AITA 1-H3 se involucra principalmente en la producción de los parabrisas laminados, laterales y lunetas.

La empresa cuenta con un sistema de planificación de los recursos empresariales conformado por distintos softwares donde se planifican la producción, las compras, el mantenimiento, y se gestionan las actividades y procesos que componen el sistema de gestión de la calidad. Además, se realizan copias de resguardo de la información, periódicas, cuya frecuencia es controlada por servicio de soporte informático. Uno de estos softwares utilizados por la organización es el mencionado como "sistema TOTVS". El proceso productivo de la empresa comienza con la elaboración de la orden de producción generada por dicho sistema.

Se realiza el corte de los dos vidrios planos (corte de rectángulo primitivo y corte de la forma inscrita en el). Una vez limpios, se analiza si la orden de producción corresponde a vidrios templados o laminados. En caso de ser un vidrio laminado, continua al taller laminado; mientras que, si se trata de un vidrio templado, continua al taller templado.

Posteriormente, en el caso de que el vidrio ya trabajado contenga serigrafía, continua al taller de serigrafía para aplicar las técnicas de impresión sobre el mismo.

En relación a los vidrios templados, luego del proceso de serigrafía, el material pasa por otro taller templado para ser procesado térmicamente y finalmente es almacenado en el área de despacho para liberar el producto o colocarlo en stock.

Con respecto a los vidrios laminados, se realiza un proceso de secado del vidrio por un tratamiento de recocido térmico. Seguidamente este se apareja con el vidrio exterior del parabrisas para pasar a formar un par de vidrios. Por último, se procede al curvado conjunto del par de vidrios. Dicha operación tiene gran influencia sobre los procesos posteriores, debido a que es un factor crítico en la calidad del laminado final.

Luego, se realiza un proceso de pre-laminado que consiste en preparar el conjunto de vidrios para la operación final de autoclave. Al igual que los vidrios templados,



finalmente el vidrio es almacenado en el área de despacho para liberar el producto o colocarlo en stock.

En todos los casos el manipuleo, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega de los vidrios se realiza en forma vertical. Los caballetes y carros móviles en donde se apilan los vidrios son acondicionados con bases y parantes forrados con goma o fieltro, y son revisados periódicamente sus estados.

A continuación, se desarrollará con mayor detalle cada una de las etapas que conforman el flujograma del proceso productivo.

#### **4.1.1. Control de Recepción de Vidrio y Corte**

Como se puede observar en la Figura N°:4.1, al cargar la orden de producción en el software "TOTVS", la misma circula por las diversas etapas del proceso productivo. En una primera instancia llega al área de corte, la cual tiene por objeto cortar las hojas de vidrio rectangulares a las formas geométricas requeridas por el producto.

El proceso involucra a todo tipo de vidrio (laminado y templado) ya que lo que ingresa como materia prima es el vidrio flotado crudo, en láminas con formatos y tamaños estandarizados. En el caso de la empresa en análisis, las láminas de vidrio llegan en paquetes entre 45 y 55 láminas con dos posibles medidas de espesor: 3.2 mm o 3.8 mm.

El vidrio flotado crudo, junto con el vidrio estirado, forman parte de lo que se denomina como "naturaleza del vidrio". Según el Reglamento N°: 26/93 del MERCOSUR, el vidrio flotado, también denominado "Float", es un *"vidrio transparente fabricado con un proceso de flotado, que permite una visión sin distorsión de la imagen"*. Mientras que, al vidrio estirado se lo define como: *"vidrio transparente que presenta una leve distorsión de la imagen, ocasionada por características del proceso de fabricación"*.

En dicha etapa, se controla que la materia prima recibida coincida con el remito o factura del proveedor. Para ello, se procede a verificar las cantidades de láminas recibidas, como así también sus características técnicas, es decir, su marca, modelo y tamaño de espesor. Para realizar el control de este último parámetro, se miden 5 láminas, mediante la utilización de un calibre digital, para corroborar si la medida corresponde a 3.2 mm o 3.8 mm, con una tolerancia de +/- 0.2 mm. La operación se

realiza cada vez que ingresa un nuevo lote de láminas de vidrio al depósito. Además, se examina el estado del embalaje del material recibido para detectar cualquier daño o deterioro que pudiera ocasionar alguna no conformidad en su utilización.

El mencionado procedimiento de autocontrol se registra en la planilla correspondiente para mantener la trazabilidad del producto, mediante la colocación de un sello con la leyenda “Material recibido OK” y la firma del personal actuante. La empresa Templados Centro SRL utiliza la siguiente planilla: “Control de Recepción de Láminas de Vidrio”.

Las no conformidades pueden ocasionarse por las siguientes razones:

- a) Daño o deterioro del embalaje,
- b) Por ser un material no conforme a las características técnicas.

Frente a dichas situaciones, existen dos caminos posibles. Uno de ellos es devolver el material recibido al proveedor correspondiente y la otra alternativa es habilitar el producto para utilizarlo dentro del proceso productivo (a pesar de presentar la no conformidad). En ambos casos, las únicas personas autorizadas a tomar la decisión correspondiente son el gerente de compras o el representante de la dirección. Mientras tanto el material queda identificado con un sticker amarillo.

Se presenta a continuación la mencionada planilla de control de recepción de láminas de vidrio.

FECHA	Nº DE PAQUETE	CANTIDAD	ESPESOR	MEDICION	COLOR	DIMENSION DE HOJA	DESCRIPCION DE PNC	RESPONSABLE
/ / 22								
/ / 23								
/ / 24								
/ / 25								
/ / 26								
/ / 27								
/ / 28								
/ / 29								
/ / 30								
/ / 31								
/ / 32								
/ / 33								
/ / 34								
/ / 35								
/ / 36								
/ / 37								
/ / 38								
/ / 39								
/ / 40								
/ / 41								
/ / 42								
/ / 43								
/ / 44								
/ / 45								

TEMLADOS CENTRO S.R.L CONTROL DE RECEPCION DE LAMINAS DE VIDRIO

FIGURA 4.2 - Planilla de control de recepción de vidrio de la empresa Templados Centro SRL.  
Fuente: Templados Centro SRL (2022).

En la manipulación de las láminas de vidrio se utiliza el puente de grúa con la pinza frontal para la descarga de paquetes de vidrio del camión, o la pinza de broche cuando se descargan hojas sueltas, estibándolos en caballetes de acuerdo a su espesor. Para el traslado de las hojas de vidrios a la mesa de corte, o de un caballete a otro, se utiliza la pinza de broche.

A partir de la orden de producción, se planifica el día de trabajo controlando la existencia de stock, para luego verificar que la materia prima que se debe utilizar se encuentre en la cargadora. En caso de no ser así, se debe buscar la misma en el depósito de stock y trasladarla desde el caballete a la máquina de corte.

Cabe destacar que el método utilizado para la reposición de stock es el denominado "FIFO", proveniente del inglés first in, first out, que significa primero en entrar, primero en salir. Esta forma de gestionar los inventarios suele utilizarse al tratar con productos perecederos. No es así el caso de la empresa en análisis. Sin embargo, es un método apropiado para optimizar la gestión de las mercancías y reducir las pérdidas de stock. Por este motivo es que se decide utilizarlo.



FIGURA 4.3 - Máquina cargadora en área de corte de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Al momento de colocar la lámina de vidrio sobre la cargadora, se distingue la cara estañada de aquella que no lleva estaño mediante el uso de un dispositivo revelador con rayos ultravioleta debido a que se debe colocar la cara estañada del vidrio sobre la cargadora (boca abajo).

Posteriormente, se analiza si existe una optimización del proceso de corte. En caso de que no exista, se la debe gestionar. Mediante un programa informático, se acomodan las piezas de manera tal que haya el menor desperdicio posible, según las dimensiones y la forma requeridas por el modelo. Cabe destacar que se combinan parabrisas con puertas laterales en caso de ser necesario (siempre se debe seguir la orden de producción correspondiente).

Se presenta a continuación una representación a modo de ejemplo de una posible optimización.

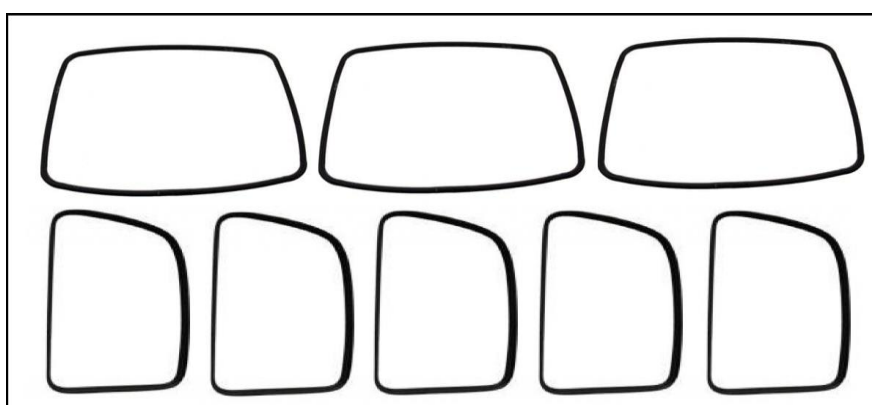


FIGURA 4.4 - Ejemplo de optimización para proceso de corte. Fuente: Elaboración propia.

Con la puesta a punto de la maquinaria, se ejecuta el programa de corte ya definido en el desarrollo de la pieza. En realidad, no corta la máquina, solo marca el parabrisas. Posteriormente el operario debe despuntar el vidrio de seguridad, es decir, quitar todo el sobrante dejando solo la silueta que va a formar el parabrisas y pulir los bordes del mismo.

Se debe distinguir la lámina de vidrio que va a pasar al proceso de serigrafía con aquella que directamente se almacena para ser sometida posteriormente, ya sea al proceso de laminado o de templado. Para ello, se marca con una raya aquella pieza del lado interno, es decir la que va a involucrarse al progreso de serigrafía; y con dos rayas la pieza del lado exterior, es decir la que no va pintada.



FIGURA 4.5 - Programa para ejecutar corte de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Por último, se registran los datos en la siguiente tarjeta de identificación y trazabilidad.

		<b>Tarjeta de Identificación y Trazabilidad</b>			
Fecha:    /    /20		O.P.Nº :			
Descripcion:					
Codigo					
Espesor Templado		Color Temp.			
Perforaciones Cant.		Diametro			
Ancho		Alto			
Color Lam I		Espesor Lam I			
Color Lam II		Espesor Lam II			
Semielaborados	CANTIDAD				
	TEMP.	LAM I	LAM II	FECHA	FIRMA
CORTE					
TALLER TEMPLADO					
TALLER LAMINADO					
SERIGRAFIA					
TEMPLADO					
CURVADO					
LAMINADO					
AUTOCLAVE					
P.C.P		Fecha:    /    /20			
Observaciones:					
FFP01.04 (2) 17/11/15					

FIGURA 4.6 - Tarjeta de identificación y trazabilidad utilizada por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Templados Centro SRL (2022).

Durante el relevamiento, el autor observó la importancia de llevar registro de la trazabilidad de los productos elaborados. Este concepto, es muy importante en toda empresa debido a que al mantener una correcta trazabilidad se puede identificar la causa de los problemas que pueden llegar a surgir y de esta manera satisfacer al cliente que realizó la queja. Una explicación más detallada del tema se desarrollará posteriormente dentro del capítulo N°: 4, más específicamente en el apartado 4.2. Identificación y Trazabilidad del producto.

De esta manera, en este primer proceso de recepción del material y corte, se debe registrar la lámina de vidrio con que se comenzó a trabajar en el sistema "TOTVS", en conjunto con un registro detallado de la producción en la mencionada tarjeta de identificación y trazabilidad.

En este sector, se debe realizar un control de la variación geométrica, es decir del funcionamiento de la máquina de corte. La explicación de dicho control de calidad se encuentra posteriormente dentro de este capítulo.

Los elementos de protección personal que se utilizan en este proceso son:

- a) Protección auditiva.
- b) Protector ocular.
- c) Guantes.
- d) Zapatos de seguridad.

A continuación, se presenta el flujograma representativo para esta etapa del proceso.

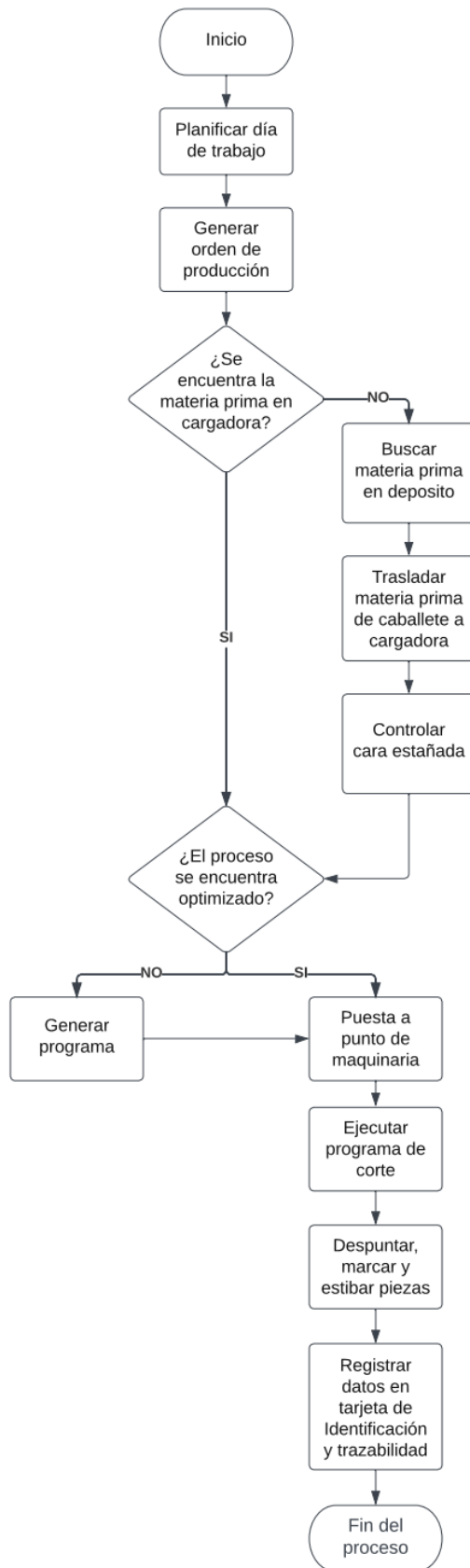


FIGURA 4.7 - Flujograma de proceso de corte de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Documento otorgado por la empresa.



#### **4.1.2. Taller Laminado**

Se reciben los parabrisas, con su tarjeta de identificación y trazabilidad correspondiente, desde el sector de corte. Se realiza la puesta a punto de la máquina, es decir se verifica la tensión de las bandas y de las lijas y se controla el nivel de agua, para luego realizar el lijado, lavado y secado de las piezas.

Al trabajar con la lámina de vidrio, siempre existe la posibilidad de contaminación potencial por cabellos, ropa, pelusa, polvo u otros contaminantes externos, lo que puede impactar significativamente en las propiedades de funcionamiento del producto final. Es por ello, que el lavado y secado del vidrio son dos etapas críticas dentro del proceso, tanto para la obtención de una calidad visual óptima (por la eliminación de los contaminantes), como para el control de la adherencia del laminado final. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 43).

El objetivo de la fase de lavado es eliminar elementos tales como suciedad, aceites de corte, residuos de pulidos y partículas de vidrios generadas en la etapa previa de corte. Para su realización se utilizan lavadoras de vidrio con cepillos que giran en dirección opuesta al movimiento del vidrio.

En la figura N°:4.6 se presenta el proceso de lavado. Como puede observarse, consta de tres secciones bien definidas. En la primera de ellas, el vidrio se lava normalmente con agua de red en conjunto, en menor medida, con agua procedente de la sección del primer acabado. Esta agua se calienta a 40°C - 60°C.

En el primer aclarado se utiliza agua no tratada en conjunto, en menor medida, con agua procedente del aclarado final. La temperatura es ligeramente más fría, pero no excesivamente, con el fin de evitar un choque térmico y rotura del vidrio.

La calidad del agua en el aclarado final es crucial en los parabrisas de automóviles por lo tanto siempre se controla cuidadosamente. El agua natural normalmente contiene una cierta cantidad de sales disueltas, principalmente Ca (calcio) y Mg (magnesio), que permanecen depositadas en el vidrio después del secado, reduciendo el nivel de adhesión. Por este motivo, el agua es tratada para remover esas sales con sistemas de eliminación de minerales por osmosis inversa. El agua tratada puede ser usada directa o parcialmente diluida con agua no tratada para

reducir costos. Un requisito clave de esa consistencia es su monitoreo, los cuales son efectuados por instrumentos de medición de conductividad y dureza, explicados posteriormente dentro de este capítulo.

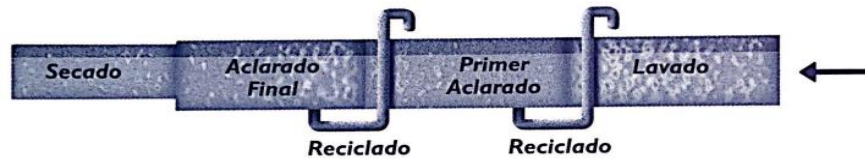


FIGURA 4.8 - Proceso de lavado del vidrio. Fuente: Guía del vidrio laminado (s.f.)

En lo que respecta al proceso de secado de la pieza, el procedimiento consiste en una boquilla de aire para eliminar el agua del vidrio. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 44).



FIGURA 4.9 - Entrada y salida de máquina lavadora/secadora de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Luego, al inspeccionar que el borde de la pieza esté en buenas condiciones, se pueden presentar dos situaciones.

- a) El borde de la pieza es correcto.
- b) El borde de la pieza no es correcto (piezas escalladas o fisuras en los bordes).

En caso de darse la situación “b)”, se debe controlar la calidad de las lijas con la que se lija el borde. En caso de que no se encuentren en buen estado (desgastadas), se deben cambiar; caso contrario, se debe aumentar la presión al lijar la pieza. Luego se

procede a ajustar la tensión de las bandas y a procesar la pieza, para verificar si la misma se encuentra en buenas condiciones (situación a)).



FIGURA 4.10 - Bandas de lija y esferas de goma. Fuente: Templados Centro SRL (2022).

Posteriormente, se visualiza si la pieza tiene una raya o dos rayas, para identificar qué piezas deben ir al sector de serigrafía; se llevan las piezas en caballetes con su correspondiente identificación. Segregando las de una raya para el sector de serigrafía y las de dos rayas para almacenar en depósito previo a curvado (caballetes). Es fundamental que el operario controle que las piezas estén correctamente estibadas para que el proceso continúe de manera correcta.

En este sector, para mantener la trazabilidad de la producción, se registran los datos en la tarjeta de identificación y trazabilidad que llegó desde el área de corte.

Los elementos de protección personal que se utilizan en este proceso son:

- a) Protección auditiva.
- b) Protector ocular.
- c) Guantes.
- d) Zapatos de seguridad.

A continuación, se presenta el flujograma representativo para esta etapa del proceso.

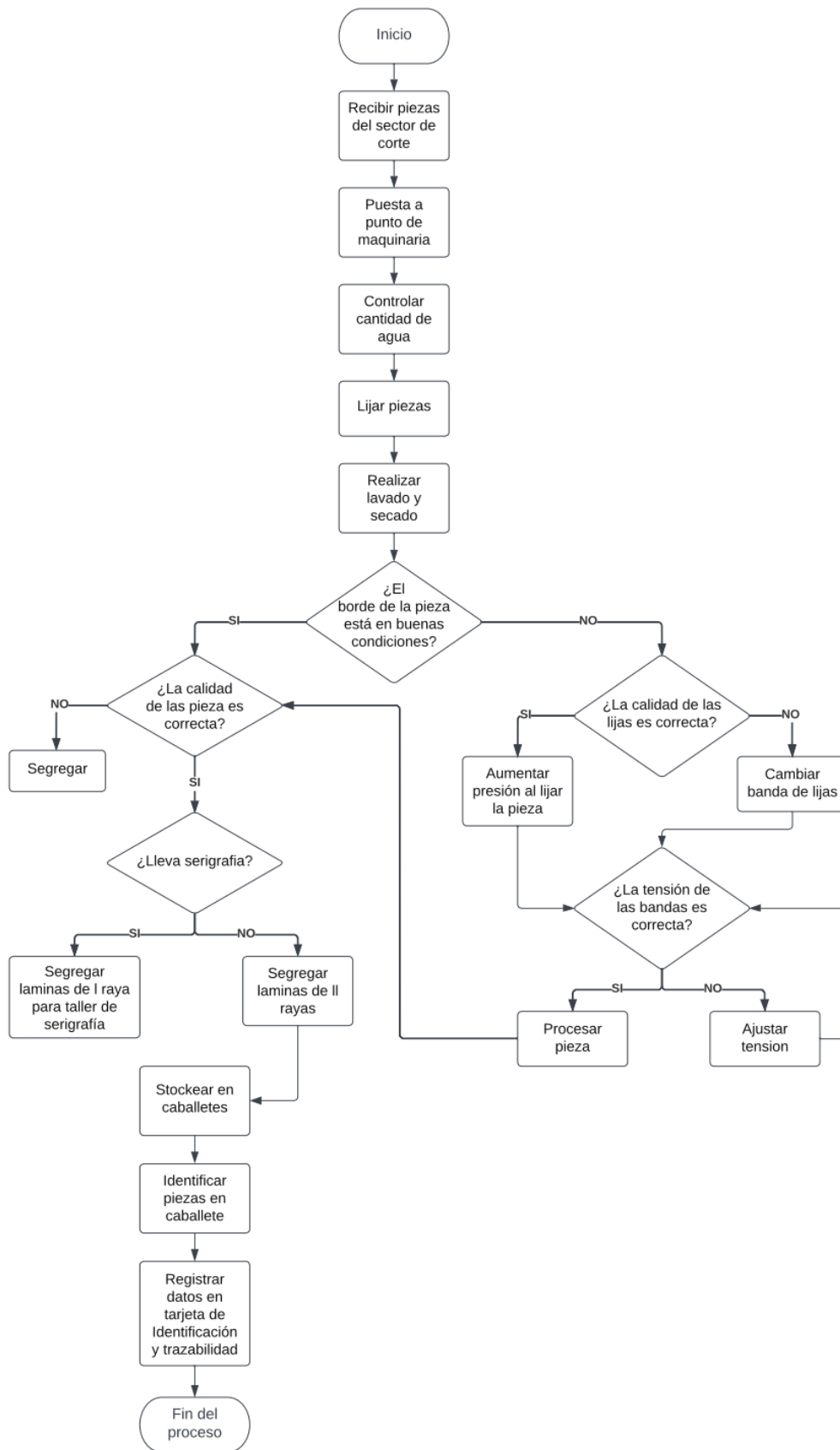


FIGURA 4.11 - Flujograma del proceso de taller laminado de la empresa Templados Centro SRL.  
Fuente: Documento otorgado por la empresa.

### 4.1.3. Taller Templado

Con la orden de producción del sector de corte, se planifica el día de trabajo verificando el stock de piezas para templar.

Dicho proceso cuenta con dos formas operativas posibles, en una de ellas se realiza el pulido de los bordes de forma manual, como se observa en la figura N°:4.12. Caso contrario, se deben ajustar los parámetros de la maquinaria para luego pulir los bordes (Véase figura N°:4.13.).



FIGURA 4.12 - Pulido de bordes manual. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 4.13 - Maquinaria para pulir bordes de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Se analiza si la pieza lleva perforaciones. En caso afirmativo, se debe perforar y fresar la muestra para posteriormente realizar el lavado y secado de la misma; caso contrario, se debe realizar esta última actividad directamente.

Debido a la importancia anteriormente mencionada del proceso de lavado y secado (en sección 4.1.2. Taller laminado), se debe tener especial cuidado al momento de realizar esta labor.



FIGURA 4.14 - Maquinaria para perforar piezas de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 4.15 - Ejemplo de perforación de pieza de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Se debe observar que la pieza no esté rayada, mal perforada o que presente alguna deformación, como puede ser una rajadura o escalla. En el caso de que se produzca esta situación, se debe analizar si la pieza puede re TRABAJARSE, y si no es posible, se debe desechar la misma.

Al igual que en el proceso de laminado, se debe distinguir si la pieza lleva pintura para separarla al sector de serigrafía. Al no producirse dicha situación, se deposita la pieza en el carro para templar con su respectiva tarjeta de identificación y trazabilidad.

Al igual que en el sector de corte, y debido a la importancia ya mencionada del concepto de trazabilidad, el autor exige a la empresa el cumplimiento de una correcta utilización de la tarjeta de identificación y trazabilidad, con su correspondiente registro.

Los elementos de protección personal que se utilizan en este proceso son:

- a) Protección auditiva.
- b) Protector ocular.
- c) Guantes.
- d) Zapatos de seguridad.

A continuación, se presenta el flujograma representativo para esta etapa del proceso.

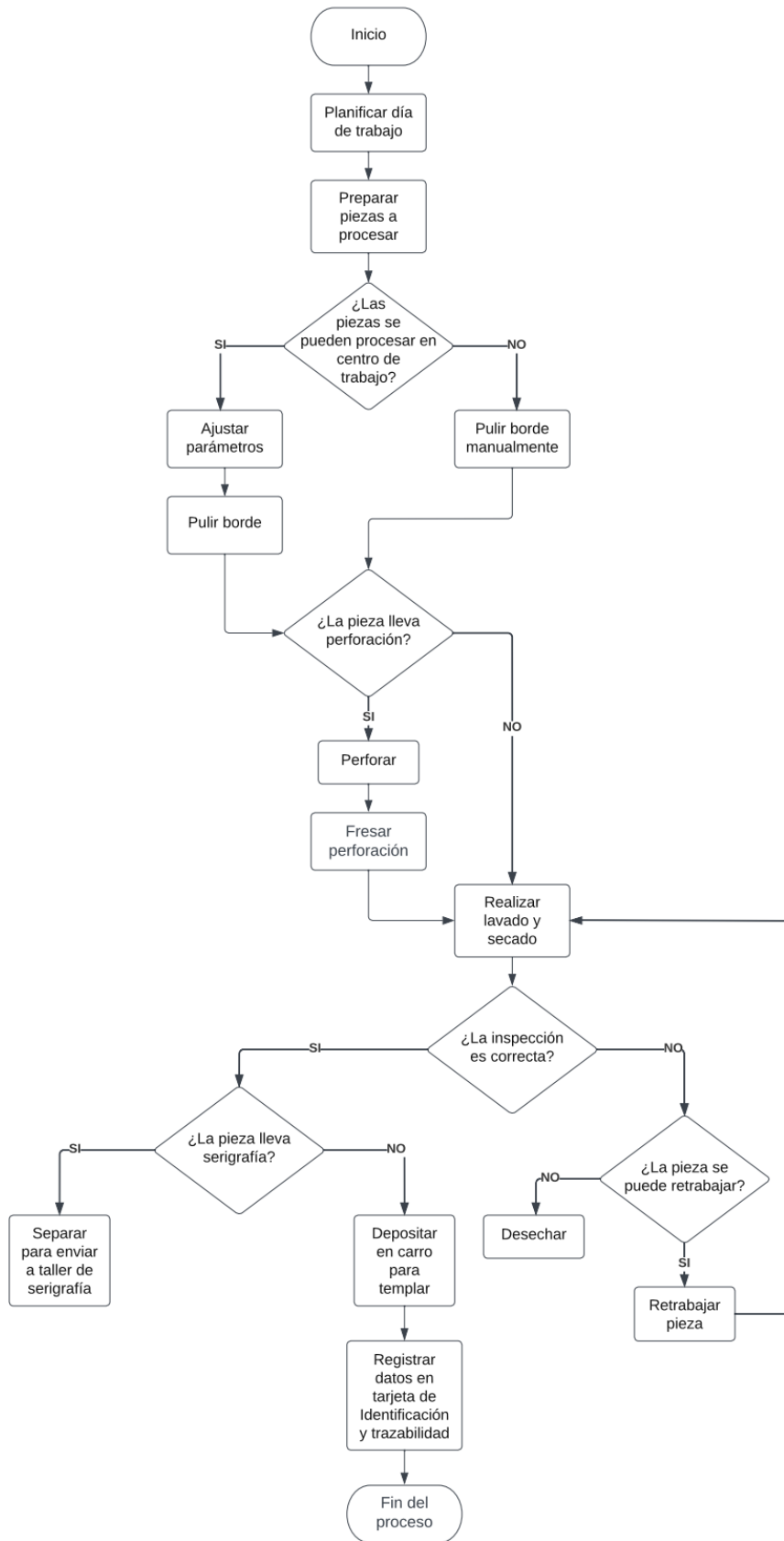


FIGURA 4.16 - Flujograma del proceso de taller templado de la empresa Templados Centro SRL.  
Fuente: Documento otorgado por la empresa.



#### 4.1.4. Serigrafía

Para comenzar con este proceso, se chequea el stock de piezas laminadas y templadas a procesar, para así realizar la programación del día que corresponde. Como se explicó anteriormente, las piezas que se van a utilizar están identificadas con una raya desde el proceso de corte.

Se verifica y prepara el esténcil que se va a utilizar dependiendo del modelo con el que se trabaje. Generalmente se hace de color negro porque los rayos ultravioletas son filtrados por el color y no degradan la posterior instalación con uretano del producto. En caso de que el esténcil no esté en condiciones, se debe enviar a recambiar, es decir se debe llevar al área de desarrollo para que estudien el inconveniente y lo solucionen.

Para realizar la puesta a punto de la máquina de serigrafía, se pone en "home" cada eje del sistema y se indica la posición de las coordenadas del esténcil. Para ello, la empresa Templados Centro SRL utiliza un listado de esténcil, con la información específica de cada modelo a trabajar. Además, se controla que la superficie de la máquina esté limpia, de lo contrario puede provocar rajaduras en las piezas.

Luego, se ajusta el esténcil en el vidrio de manera manual, para que quede centrado y ajustado previo a la preparación de la pintura y a la realización de la impresión. Se debe aplicar un porcentaje de diluyente a la pintura, de aproximadamente 2 a 3 % del total.

Se inspecciona que en la impresión realizada no haya manchas de pinturas, zonas sin pintar o pintura corrida por fuera del sector que debe pintarse. En caso de que esto ocurra, si es posible, se debe retrabajar; caso contrario, se debe desechar la pieza.

Posteriormente, se procede a realizar un secado y estibado de piezas para procesarlas en el horno de curvado.

Son cuatro los documentos que se utilizan en esta etapa, los mismos se mencionan a continuación:

- a) **Listado de esténcil**, para la correcta selección del esténcil que debe utilizarse para cada parabrisas en particular.

- b) **Tarjeta de identificación y trazabilidad**, para continuar con el seguimiento del proceso productivo de la pieza. Se debe realizar el registro luego del estibado de las piezas.
- c) **Planilla de relación de serigrafía - curvado**, para continuar con el seguimiento del proceso productivo de la pieza. Se debe realizar el registro luego del estibado de las piezas. Posteriormente es utilizada en la etapa de curvado.
- d) **Registro de serigrafía**, para dejar registro de lo realizado dentro de esta etapa. Se detalla el porcentaje de diluyente utilizado, así como también la pintura utilizada.

Los elementos de protección personal que se utilizan en este proceso son:

- a) Protección auditiva.
- b) Protector ocular.
- c) Guantes.
- d) Zapatos de seguridad.
- e) Máscara.

Para concluir con esta etapa del proceso, el autor menciona la importancia de la realización del ensayo de copa Ford. Dicho control de calidad, se explicará posteriormente dentro de este capítulo, más específicamente en el apartado 4.3.1. Copa Ford.

A continuación, se presenta el flujograma representativo para esta etapa del proceso.

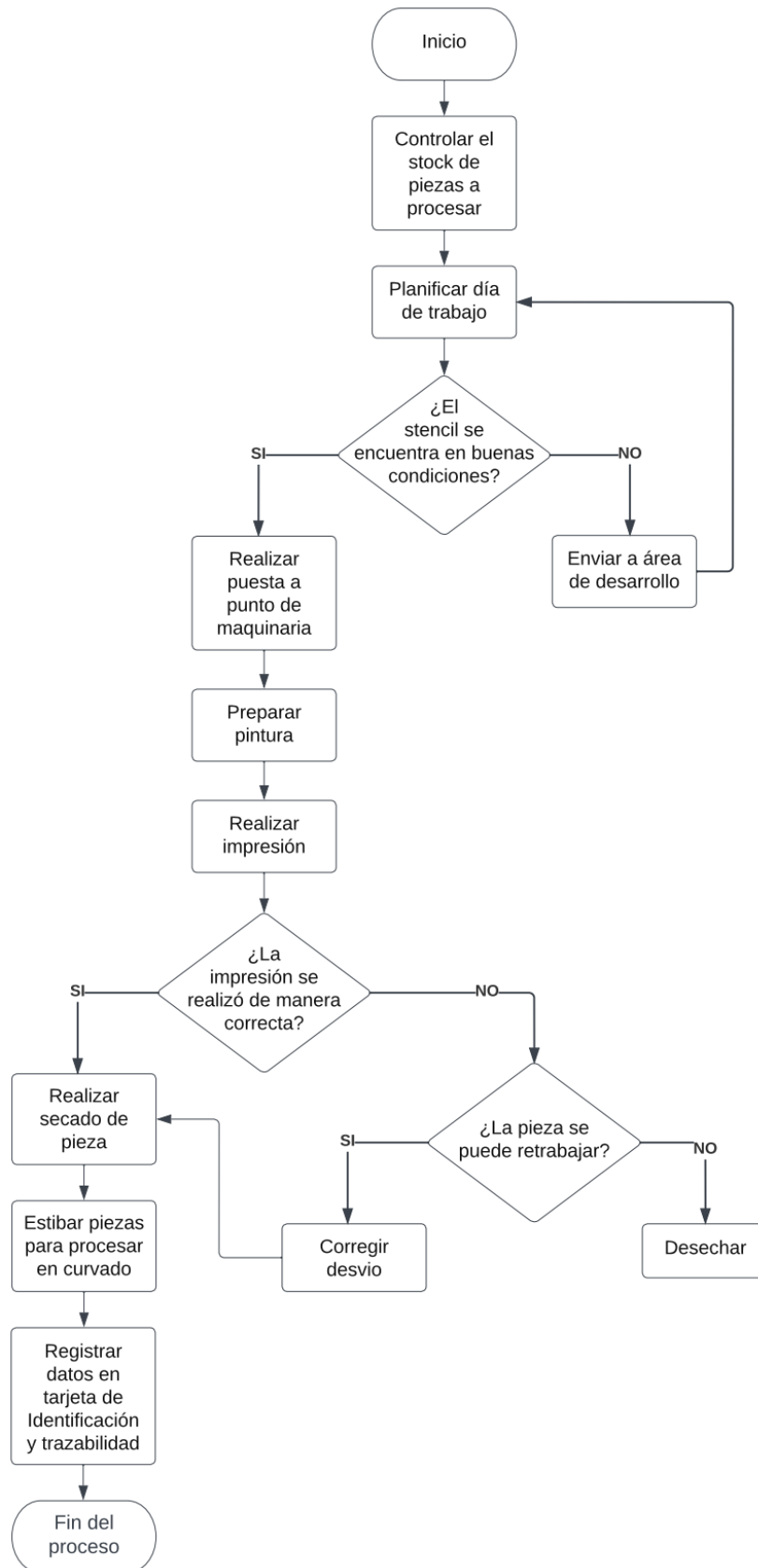


FIGURA 4.17 - Flujograma del proceso de serigrafía de la empresa Templados Centro SRL.  
 Fuente: Documento otorgado por la empresa.

#### 4.1.5. Curvado

En una primera instancia, se organiza el material a procesar y se asigna la receta correspondiente al horno de curvado. Para ello, se utiliza la tarjeta de identificación y trazabilidad, junto con la planilla de relación de serigrafía-curvado que viene del proceso de serigrafía.



FIGURA 4.18 - Dispositivo para asignar receta al horno de curvado de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Se traslada el material al sector de curvado, es decir, se mueve la pieza de los carros a la mesa de trabajo para su posterior inspección. En dicho control, se verifica que la muestra no presente errores de los procesos anteriores, es decir, rajaduras, deformaciones o falta de pintura. En caso de que la pieza contenga alguno de los defectos antes mencionados, se debe corregir el desvío (lijar o pintar, enviando nuevamente al proceso de serigrafía) o desechar la muestra.

Los vidrios son curvados por parejas, en un mismo molde de curvado con el fin de que el ajuste de las curvaturas de las caras de contacto sea el mejor posible. Es importante destacar que a partir de este punto los dos vidrios son considerados como un par y no como dos vidrios individuales, ya que se curvan conjuntamente para tener el mejor ajuste de curvaturas posible entre sí. Por este motivo, para armar el juego de piezas, se sellan las dos láminas de vidrio. Identificadas con una y dos rayas respectivamente.

Luego, el par de hojas de cristal que constituye el futuro parabrisas laminado se instala en una armazón y se lo transfiere al horno curvado, donde se somete a un proceso de moldeo por gravedad. En dicho proceso, la temperatura va subiendo gradualmente

hasta alcanzar los rangos de proceso entre 500 ° C y 700 ° C. En esta temperatura las hojas se curvan sobre la armazón de metal por efecto de la gravedad, adquiriendo así la forma deseada del parabrisas.



FIGURA 4.19 - Colocación de parabrisas en matriz del horno de curvado. Fuente: elaboración propia.

En el control de la calibración, se utiliza una “matriz calibre” para determinar si la curvatura es la adecuada (se debe posicionar la pieza ya procesada sobre la matriz calibre, y mediante un control visual, analizar la curvatura). En caso de no ser correcta, se debe determinar si se aprueba con o sin desvío, por lo que se pueden presentar las siguientes situaciones:

- a) **Situación positiva**, caso en que el desvío es mínimo. Se debe colocar un sticker de aprobación amarillo para diferenciar la pieza, y se debe notificar al área de desarrollo para ajustar la matriz.
- b) **Situación negativa**, caso contrario. Se debe desechar la pieza.

Estos escenarios se presentan en igual medida en el control de la serigrafía.

Para continuar con el proceso, se estiba e identifica en los caballetes las piezas ya procesadas con su correspondiente tarjeta de identificación y trazabilidad, y se registran los movimientos diarios realizados en ella. A su vez, las piezas ya procesadas son registradas en una planilla para mantener el orden y la trazabilidad. A continuación, se adjunta un ejemplo de la misma.

TEMPLADOS CENTROS SRL				Control Calibracion Curvado				FFP07.02(7) 24/09/19				
CARROS	FECHA	/	/20	Total OK	Plla de Produccion N°:		Turno					
	Referencia	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Operario Responsable					
	DESCRIPCION	PIEZAS			N° ODP	Calibracion	CAMBIOS	PIEZAS	Total OK	N° ODP	Calibracion	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												

**Rechazo Turno Anterior:**

FIGURA 4.20 - Planilla de control de calibración curvado utilizada en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Templados Centro SRL (2022).

Los elementos de protección personal que se utilizan en este proceso son:

- a) Protección auditiva.
- b) Protector ocular.
- c) Guantes.
- d) Zapatos de seguridad.

A continuación, se presenta el flujograma representativo para esta etapa del proceso.

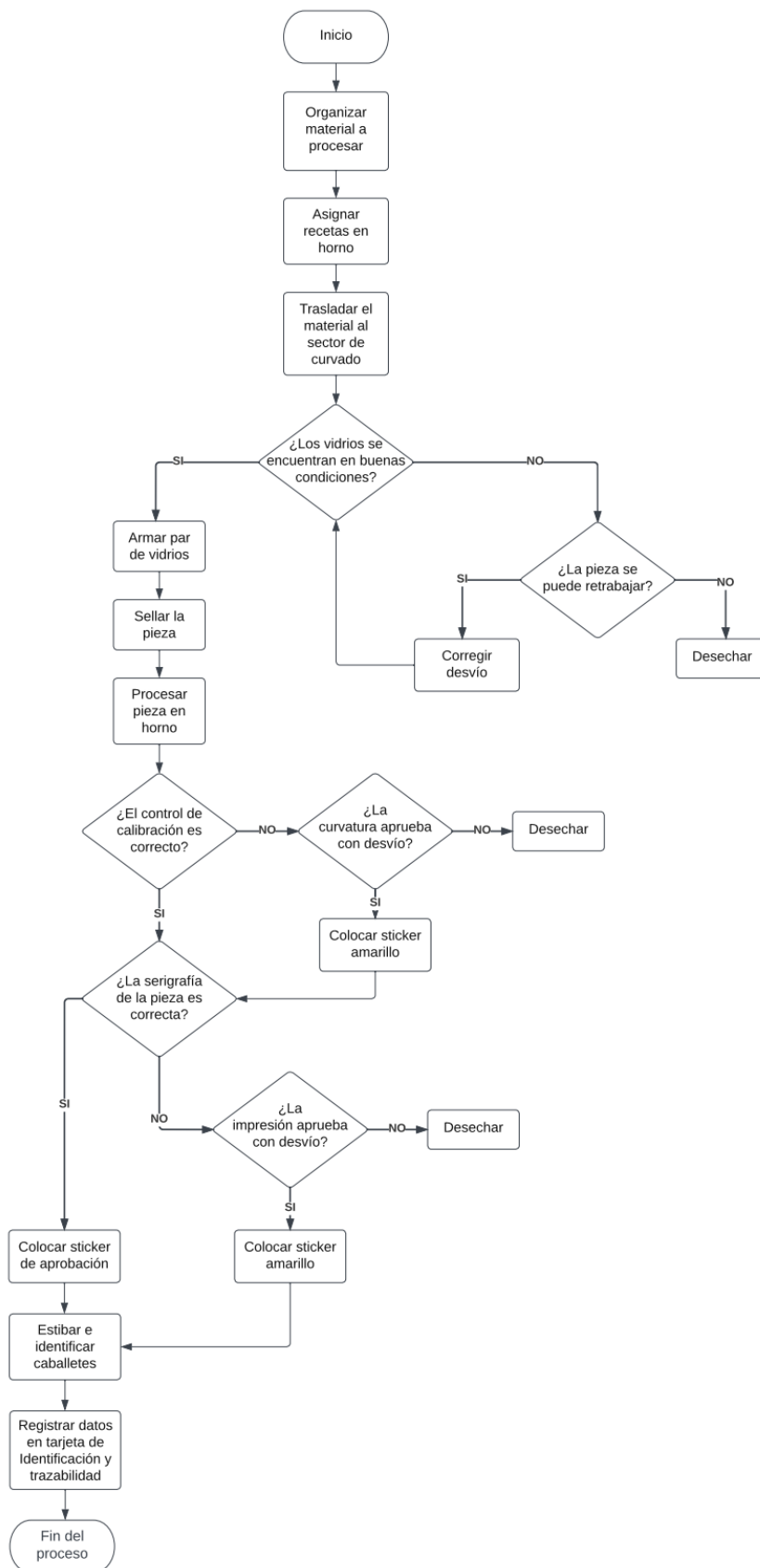


FIGURA 4.21 - Flujograma del proceso de curvado de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Documento otorgado por la empresa.

#### 4.1.6. Laminado

Previo al comienzo del proceso, se acondiciona la sala de trabajo:

- a) Acondicionar temperatura y humedad de la sala.
- b) Limpiar la mesa de trabajo.
- c) Acondicionar la cámara de pre-pegado.
- d) Controlar niveles de presión de vacío.

Con la orden de producción del sistema "TOTVS", se planifica el día de trabajo. Se trasladan las piezas al área de laminado para realizar un control visual de la no existencia de rajaduras, suciedad y falta de pintura.

Al igual que en el proceso de templado, la pieza puede ser aprobada con desvío, por lo que se debe colocar el sticker de aprobación amarillo para identificarlas, caso contrario se debe desechar.

Luego de una correcta inspección, se cortan las láminas de Polivinil-Butiral (PVB) de acuerdo con las medidas del parabrisas a partir de los rollos de suministro. Por sus características elásticas, cuando se cortan las láminas de PVB, debe añadirse a la longitud estipulada una pequeña cantidad adicional para compensar cualquier encogimiento que pueda presentarse. Esta sobredimensión está basada en la experiencia con el espesor film en concreto, el tamaño del vidrio a laminar y el tipo de proceso de ensamblado utilizado por la empresa. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 45).

El tipo de proceso de ensamblaje utilizado por la empresa Templados Centro SRL se explica a continuación.

Una vez que se han obtenido los productos intermedios (par de vidrios y lámina de PVB) se procede a la elaboración del conjunto laminado. Se ensambla el conjunto vidrio-PVB, intercalando la lámina de PVB entre los dos vidrios del par, para evitar impurezas.

En el ensamblado, la temperatura de la superficie del vidrio debe ser ligeramente superior para permitir que haya fijación entre el vidrio y la lámina de PVB. De esta manera se evita cualquier desplazamiento posible del film o del vidrio, y se mantiene la integridad del ensamblado vidrio/lámina/vidrio, mientras se mueve por la línea.



En la guía del vidrio laminado elaborada por Solutia SRL, se enumeran las siguientes recomendaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de la realización del ensamblado:

- a) Temperaturas del vidrio en niveles de 20 - 25 °C, ya que temperaturas inferiores pueden causar deslizamiento del PVB y temperaturas superiores pueden causar encogimientos del film en el ensamblado o arrugas.
- b) En la colocación de la lámina de PVB es muy importante asegurarse que está completamente plana sobre el vidrio, sin arrugas, bolsas o pliegues.
- c) Correcto alineamiento de las hojas de vidrio, para conseguir una adecuada dimensión del laminado y para evitar roturas durante los procesos siguientes.
- d) Evitar dejar huellas de los dedos sobre la superficie del vidrio, ya que puede reducir significativamente la adherencia. No usar cremas, lociones u otros productos para el tratamiento de la piel a la hora de trabajar con la muestra.

Otra de las consideraciones que debe tenerse en cuenta, es que la lámina de PVB, al ser ligeramente mayor que los vidrios, deberá ser recortada alrededor del contorno de los vidrios. En este sentido se debe tomar precaución de no estirar excesivamente el PVB durante el recorte ya que puede causar una reducción del espesor y un encogimiento del PVB durante el proceso posterior de autoclave. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 46).

Cuando el laminado del vidrio/PVB/vidrio se ensambla, al principio se presenta una gran cantidad de aire en ambas interfases. Este aire debe ser eliminado con el fin de lograr un contacto óptimo entre la lámina y el vidrio. Luego, los bordes deben quedar sellados para que el aire no pueda regresar, para evitar filtraciones futuras de aire en el proceso de autoclave y para evitar la obtención de resultados erróneos en los ensayos de calidad especificados por la norma IRAM - AITA 1H3.

El proceso de de-aireación es crítico, pero solo puede realizarse previo al sellado de los bordes. Una vez que los bordes fueron sellados, la eliminación del aire se bloquea. Es por ello que dicho procedimiento debe ser llevado a cabo a una temperatura más baja que la necesaria para el sellado de los bordes, pero a su vez debe ser lo suficientemente alta como para lograr una adherencia del film y evitar que el aire vuelva a entrar al conjunto de vidrios. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 49)

Luego, se procesa el conjunto en la cámara de pre-pegado, con un tiempo estimado de realización de 1 hora y 20 minutos a 110 °C, según la dimensión de piezas en proceso. Alcanzada la temperatura, se estabiliza durante 20 minutos, para luego retirar el carro.

Al igual que en la mayoría de los procesos explicados anteriormente, se realiza una inspección visual para corroborar la adhesión del vidrio con el PVB y su transparencia.

La calidad del de-aireado y sellado de bordes se juzga normalmente por el nivel de opacidad del laminado y la transparencia o claridad de los bordes. A mayor aire localizado en la interfase lamina/vidrio, más opaco o gris es el aspecto del laminado. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 55)

En caso de no cumplir con dichos aspectos, se debe desechar o retrabajar la pieza según corresponda. Las piezas retrabajadas se deben volver a colocar en cámara de pre-pegado y volver a inspeccionar.

Las piezas que superen todos estos requisitos, se identifican con un sello y se estiban en caballetes para procesar posteriormente en el proceso de autoclave.

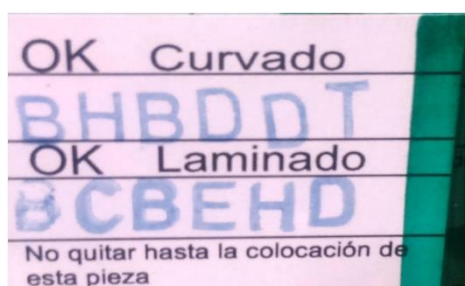


FIGURA 4.22 - Sello utilizado para corroborar que el proceso se haya realizado correctamente en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Templados Centro SRL

Para mantener la trazabilidad, se registran los movimientos diarios en la tarjeta de identificación y trazabilidad. Además, se debe llevar un especial cuidado en el registro del PVB empleado en el proceso, debido a que posteriormente, dependiendo del PVB utilizado, existen dos formas de rotulado posible (véase explicación en proceso de autoclave dentro de este capítulo). Se debe seleccionar de un listado de medidas de PVB y bandas laminadas, el film que fue utilizado por la empresa.

Los elementos de protección personal que se utilizan en este proceso son:

- a) Protección auditiva.

- b) Protector ocular.
- c) Guantes.
- d) Zapatos de seguridad.

Por otra parte, por cuestiones de seguridad y orden, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) No está permitido el ingreso de personal ajeno al sector.
- b) No está permitido ingerir alimentos en el sector.
- c) No está permitido ingresar con elementos contaminantes al área de trabajo.

Por último, para finalizar con dicho proceso, el autor hace notar que dentro del mismo se realiza el control de calidad denominado como "Ensayo Pummel". Explicado posteriormente dentro de este capítulo, más precisamente en el apartado 4.3.3. Pummel.

A continuación, se presenta el flujograma representativo para esta etapa del proceso.

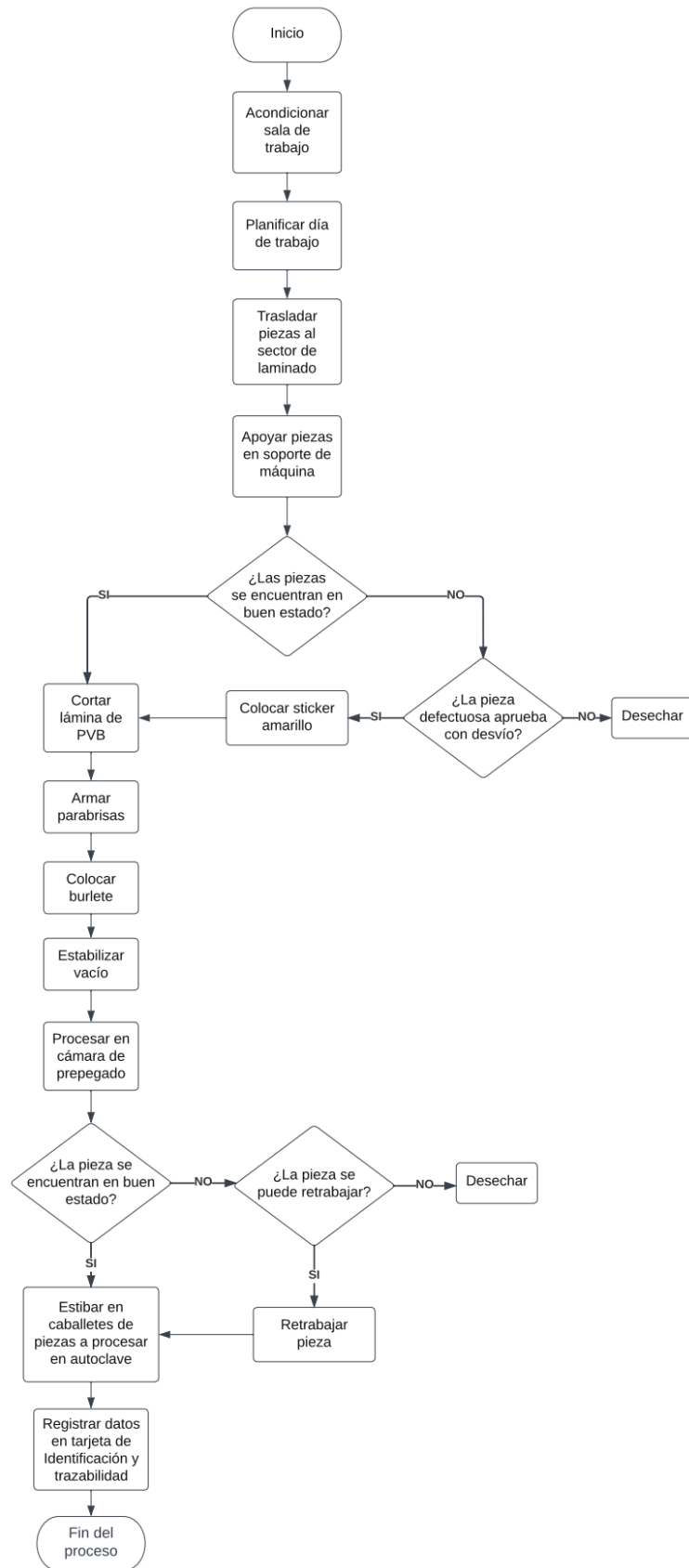


FIGURA 4.23 - Flujograma del proceso laminado de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Documento otorgado por la empresa.

#### 4.1.7. Templado

Para dar comienzo al proceso de templado de la pieza, lo primero que se hace es organizar las piezas a procesar. Para ello, en caso de que exista, se ejecuta la programación correspondiente de la muestra a realizar; caso contrario se debe cargar y asignar la receta en el sistema.

Previo al procesamiento, se acondicionan las muestras según las especificaciones que les correspondan, es decir marca, modelo y ubicación en el vehículo (delantera, trasera, izquierda o derecha). De esta manera, se obtiene una correcta ubicación de la matriz dentro del horno de templado. Para realizar la puesta a punto del horno se realizan los siguientes controles:

- a) **Control de la presión del aire acorde a la pieza a procesar.** Valor estipulado en la receta realizada previamente en el desarrollo de la pieza.
- b) **Chequear funcionamiento mecánico.** Se debe ajustar la grilla y hacer un giro de prueba con el carro vacío para observar que la matriz no impacte con las caras del horno.
- c) **Control de temperatura.** Valor estipulado en la receta realizada previamente en el desarrollo de la pieza.

Por otro lado, se debe buscar la matriz adecuada de la pieza a procesar ya que varía según el modelo y la ubicación del vehículo. El registro correspondiente se obtiene de un listado de matrices con el que cuenta la empresa.

Al momento de procesar la pieza, el vidrio plano cortado es suspendido verticalmente u horizontalmente en la matriz y se eleva la temperatura rápidamente hasta aproximadamente 150 °C por encima de la temperatura de transformación, e inmediatamente es templado con aire frío.

Se debe realizar un control de calidad, en donde se observa la existencia de algún desperfecto de la pieza, como puede ser:

- a) **Falla en templado.** En caso de que exista, la pieza se debe desechar y registrar el scrap generado. Al comienzo del templado de cada lote de piezas se destruyen dos o más vidrios, para ver si el temple está dentro de los parámetros establecidos, una vez confirmada esta situación, se continúa con la producción.

- b) **Falla de serigrafía.** En caso de que exista, la pieza se debe retrabajar. Controlar visualmente la calidad de impresión serigráfica.
- c) **Falla de exactitud.** En caso de que exista, la pieza se debe desechar y registrar el scrap generado. Contrastar pieza con calibre.

Cabe destacar que dichos controles de calidad realizados son registrados en una planilla correspondiente.

Para finalizar, se debe colocar el sticker de aprobación individual y registrar los datos en la tarjeta de identificación y en la planilla de producción (sistema "TOTVS") para mantener la trazabilidad del producto.

Los elementos de protección personal que se utilizan en este proceso son:

- a) Protección auditiva.
- b) Protector ocular.
- c) Guantes.
- d) Zapatos de seguridad.

A continuación, se presenta el flujograma representativo para esta etapa del proceso.

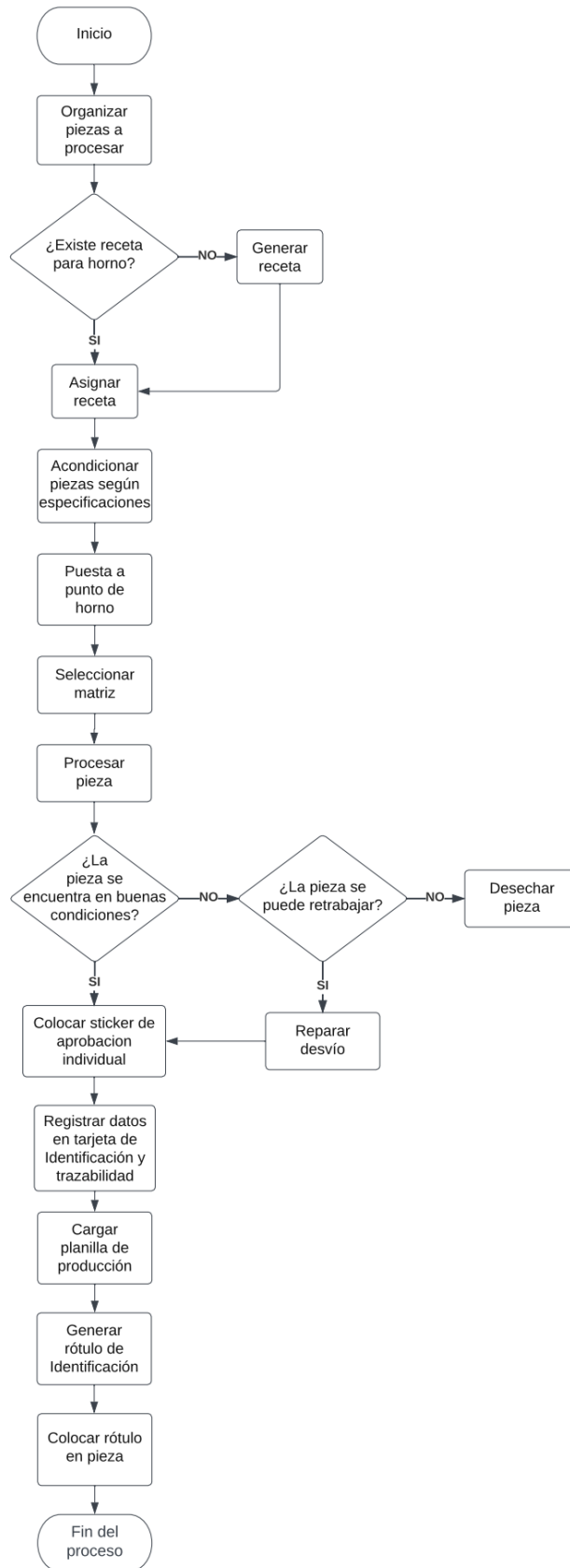


FIGURA 4.24 - Flujograma del proceso templado de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Documento otorgado por la empresa.

#### 4.1.8. Autoclave

El proceso de autoclave es la etapa final del laminado. El conjunto pre-laminado, es introducido dentro de un dispositivo llamado autoclave que somete las piezas a un ciclo de combinaciones de temperatura-presión-tiempo y proporciona la transparencia definitiva y las propiedades de vidrio de seguridad al parabrisas.

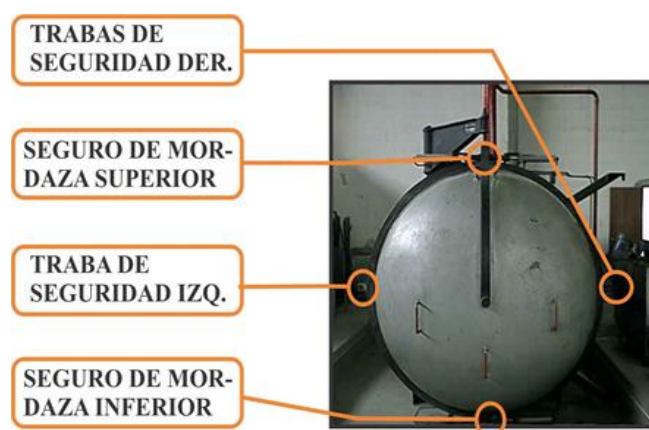


FIGURA 4.25 - Identificación de autoclave utilizado en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Templados Centro SRL (2022).

Según la Guía del vidrio laminado, Solutia. un proceso de autoclave de un laminado es perfecto cuando:

- No se permite que el aire a presión penetre los bordes.
- Se consiguió la fluidez del film.
- Se disolvió el aire residual en el ensamblado.

Para comenzar, al igual que en las etapas previas, se organizan las piezas a procesar y se realiza una inspección visual para verificar el sellado del PVB y la inexistencia de fisuras y escallas.

Se deben realizar las siguientes acciones al momento de ejecutar el autoclave:

- Colocar el carro con las piezas dentro del autoclave.

El objetivo de una correcta carga es asegurar que existe una adecuada fluidez del aire por ambas caras del laminado y que la presión y temperatura son uniformes a lo largo del ciclo.

Los laminados son colocados verticalmente en los carros del autoclave, con el adecuado espacio entre ellos, mediante el uso de separadores que deben estar



hechos de aluminio, cerámica, nylon u otro material no inflamable. Se recomienda por lo menos un espacio de 6 mm entre los paneles, y además, los separadores no deben estar demasiado apretados debido a que puede crear una presión localizada y causar extrusión del film por los bordes. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 57).



FIGURA 4.26 - Carros de autoclave utilizado en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

2. Cerrar puertas de autoclave y poner en estado de seguridad "0".



FIGURA 4.27 - Sistema para cargar parámetros de autoclave utilizado en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

3. Cargar parámetros de proceso (temperatura y presión).

Los productos deben ser procesados a una temperatura de aproximadamente 135°C a 145°C, con una presión de 10 a 14 bar y un tiempo de meseta (tiempo de estacionamiento con los parámetros en régimen) de 20 a 60 minutos; estos parámetros varían de acuerdo al tipo de producto que se esté procesando.

#### 4. Iniciar ciclo.

Un ciclo estándar de autoclave consta de tres etapas distintas: ascenso, sostenimiento y descenso.

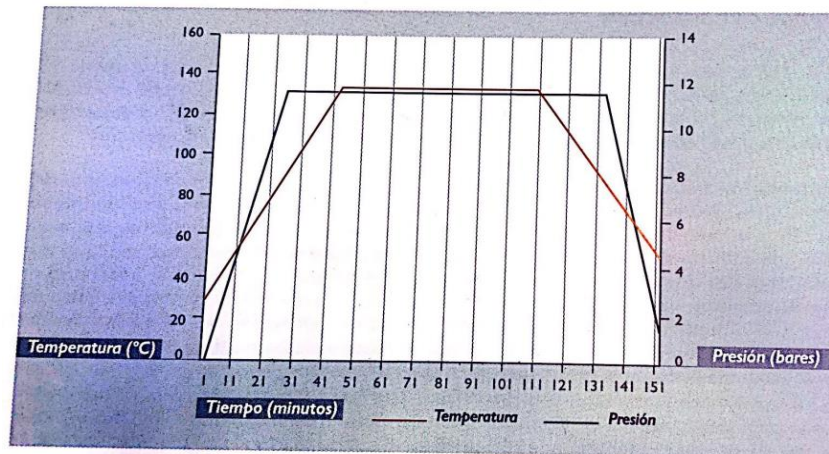


FIGURA 4.28 - Ciclo Normal de Autoclave. Fuente: Guía del Vidrio Laminado (s.f.).

En la primera fase, de ascenso, la temperatura y presión aumentan desde la atmosférica hasta la de sostenimiento. En la segunda fase, de sostenimiento, se mantienen constantes los parámetros (a una temperatura de aproximadamente 135°C a 145°C, con una presión de 10 a 14 bar) durante un tiempo determinado (tiempo de meseta de 20 a 60 minutos) para facilitar la fluidez viscosa del film con el fin de desarrollar completamente las propiedades del laminado final.

Por último, se produce la tercera etapa, de descenso, en donde el laminado debe ser enfriado mientras se mantiene bajo presión para evitar la formación de burbujas cerca de los bordes. Esto se mantiene hasta que se descomprime el autoclave. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 59 a 61).

#### 5. Controlar funcionamiento.

#### 6. Descomprimir autoclave.

Consiste en la temperatura por la cual se realiza la bajada de presión. Es automático, se produce cuando la temperatura está por debajo de los 50°C.

#### 7. Sacar carros del autoclave.

Al retirar los carros del autoclave, se rotulan los vidrios ya procesados y se realiza nuevamente una inspección para controlar la existencia de burbujas entre las láminas

de vidrio y el PVB. En caso de que exista este defecto, se deben pinzar las piezas para sacar este exceso de aire y se las vuelve a retrabajar siguiendo los pasos antes mencionados.

Las piezas que no pueden volver a procesarse, deben ser desechadas. Esta acción debe ser registrada en planilla de despacho para posteriormente avisar al área de ventas.

Por último, para mantener la trazabilidad del producto, se colocan las etiquetas correspondientes, se registran los datos en el sistema "TOTVS", y se llevan las piezas al área de despacho.

Como se mencionó anteriormente, existen dos formas de rotulado posibles en la empresa Templados Centro SRL. Esto se debe a que dentro del sistema de planificación "TOTVS", cada estructura de cada producto de la empresa está definida con un determinado código de PVB a utilizarse (con espesor específico). No obstante, en la actualidad, por problemas en las importaciones y la situación del país, todas las empresas del rubro sufren escasez de stock a la hora de seleccionar esta materia prima. En virtud de ello, la empresa realiza el siguiente procedimiento para el rotulado y etiquetado de los productos finales:

- a) Situación óptima, en donde el PVB utilizado coincide con el del sistema "TOTVS".

En este caso, se carga el proceso productivo en el sistema informático de planificación, y luego se imprime el rótulo (A) correspondiente a la orden de trabajo.

- b) Situación alternativa, en donde el PVB utilizado no coincide con el sistema "TOTVS" (con espesor alternativo).

En este caso, el proceso productivo no se carga al sistema informático ya que no coincidiría el film utilizado con el registrado en el programa. Lo que se debe hacer es generar un nuevo rótulo (B) con la información que corresponde.

Cabe destacar que en ambos casos se cumple con el objetivo de mantener la identificación y trazabilidad de la empresa; y además, no altera la calidad del producto final. A continuación, se presenta una representación de cada uno de ellos.



FIGURA 4.28 - Rótulo de identificación (B) utilizado en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 4.29 - Rótulo de identificación (A) utilizado en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Los elementos de protección personal que se utilizan en este proceso son:

- a) Protección auditiva.
- b) Protector ocular.
- c) Guantes.
- d) Zapatos de seguridad.

A continuación, se adjunta el flujograma correspondiente a esta etapa del proceso.

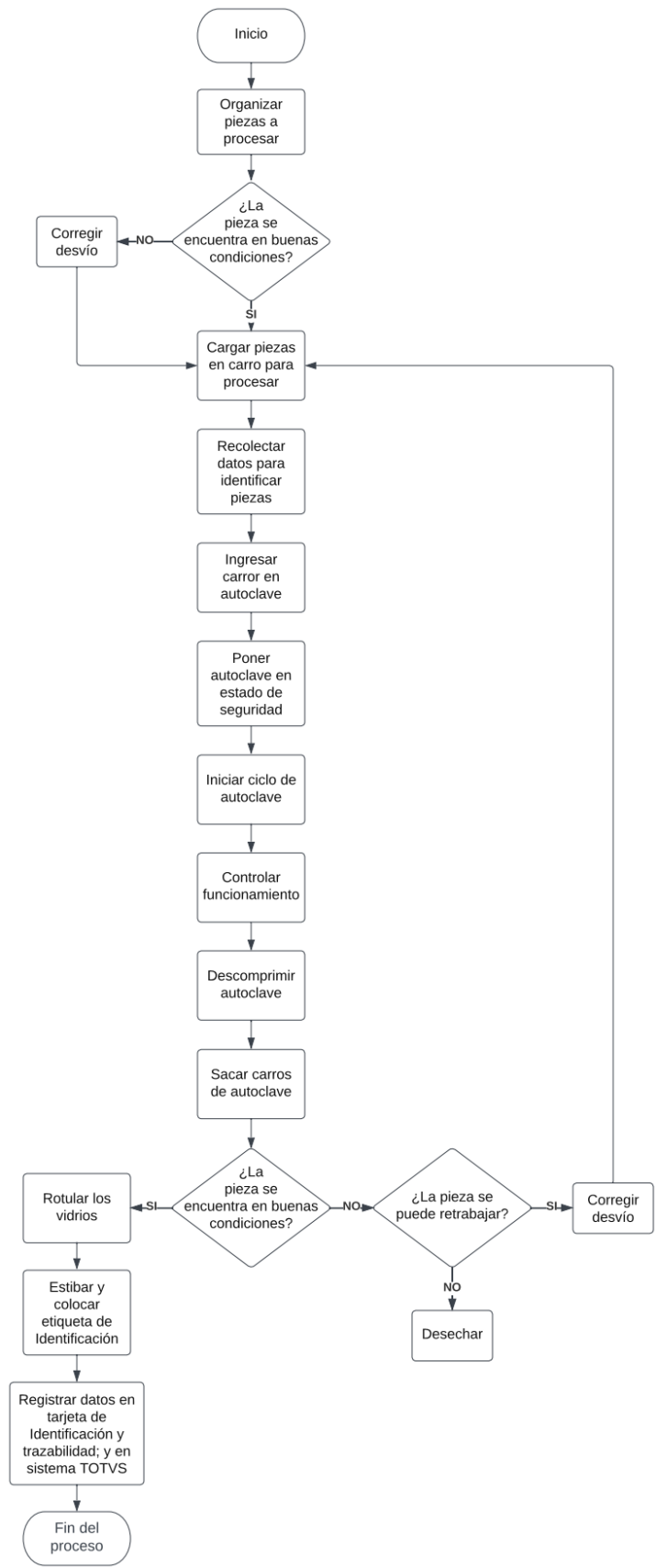


FIGURA 4.30 - Flujograma del proceso de autoclave de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Documento otorgado por la empresa.

#### 4.1.9. Despacho y Almacenamiento

Esta es la etapa final del proceso productivo, en donde se almacenan los productos terminados, para posteriormente suministrarlos a nuestros clientes.

El proceso comienza con la recepción de la nota de pedido otorgada por el sistema informático "TOTVS". A partir de ello, se busca el producto en el depósito y se realiza la siguiente inspección:

- a) El producto sea el solicitado.
- b) El estado de terminación y conservación del producto (rayas, manchas de humedad, burbujas, etc.).



FIGURA 4.31 - Piezas terminadas en depósito en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

En el caso de existir alguno de los inconvenientes anteriores, se debe analizar si la pieza puede retrabajarse para corregir el desvío y se debe pedir autorización al encargado de producción para despachar y embolsar el producto. Caso contrario, se debe desechar la pieza.



FIGURA 4.32 - Operarios embolsando piezas terminadas en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Luego se agrupa y estiba el pedido, y se cargan los datos en el sistema informático “TOTVS”, más precisamente en la nota de pedido correspondiente. De acuerdo a lo especificado en la misma, se controlan cantidades y tipo de vidrio a entregar. Luego se embalan, según corresponda, en cajones, cajas o paquetes dependiendo del tipo de producto.



FIGURA 4.33 - Piezas terminadas y embaladas en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Por último, previo al cargado de la mercadería en el transporte, se realiza un último registro correspondiente a la nota del pedido que se entrega al transportista y a la que se debe cargar en el sistema informático.

A continuación, se presenta el flujograma correspondiente a dicho proceso.

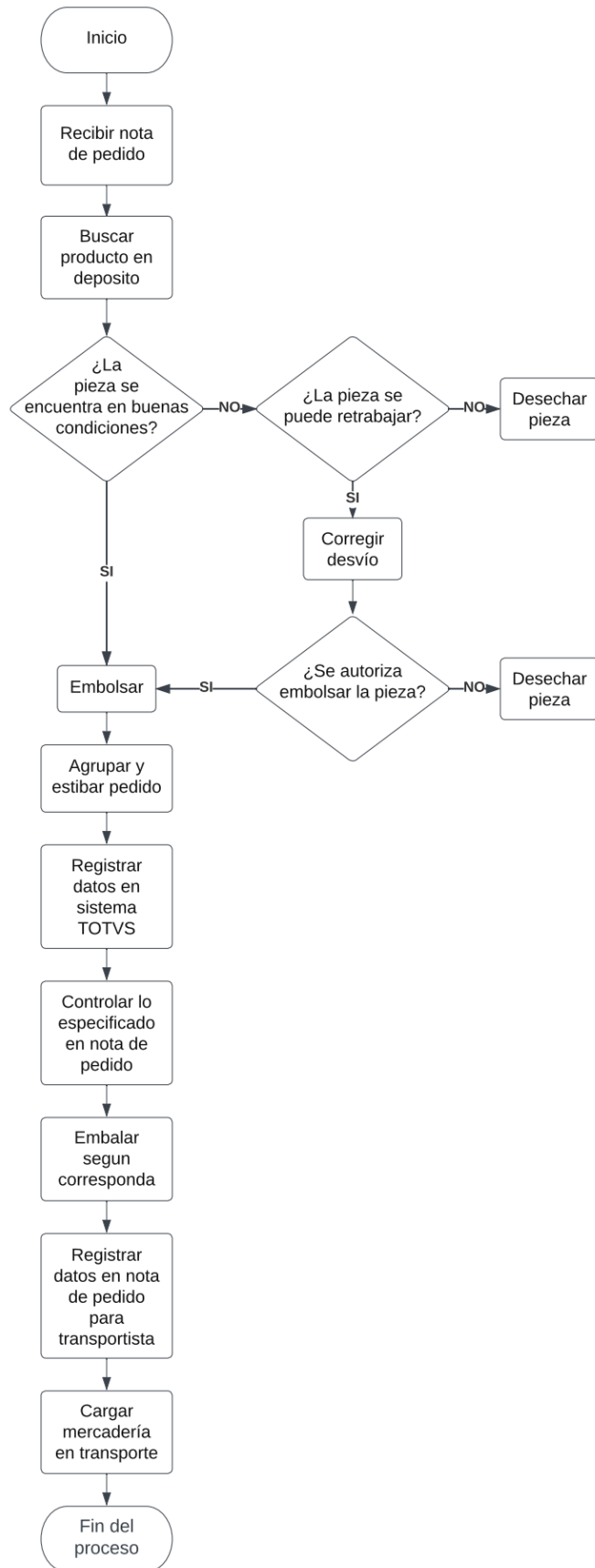


FIGURA 4.34 - Flujograma del proceso de despacho. Fuente: Documento otorgado por la empresa.



## 4.2. Identificación y Trazabilidad del producto

Al concepto de trazabilidad, en la norma ISO 9001, se la define como “*la capacidad para seguir el histórico, la aplicación o la localización de un objeto*”. Es una actividad de recopilación y gestión de información que se realiza sobre los procesos de fabricación, desde la aceptación de las materias primas, hasta el envío de los productos al consumidor final.

La trazabilidad en la empresa recae sobre cada etapa del proceso productivo y, además, sobre tres elementos en particular: vidrio, PVB y pintura.

- a) **Vidrio:** En el momento de la recepción se estiban en caballetes previamente identificados y designados de acuerdo al espesor del material. Una vez que el material entra al proceso productivo (como una pieza), las piezas cortadas son identificadas mediante la tarjeta de identificación y trazabilidad correspondiente. Donde se marcan con una cruz los sectores por los que la pieza va pasando, colocando una en cada lote de piezas a procesar.



FIGURA 4.35 - Rotulado de recepción de vidrio en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.


		<b>Tarjeta de Identificación y Trazabilidad</b>			
Fecha:        /        /20		O.P.Nº :			
Descripción:					
Codigo					
Espesor Templado		Color Temp.			
Perforaciones Cant.		Diametro			
Ancho		Alto			
Color Lam I		Espesor Lam I			
Color Lam II		Espesor Lam II			
Semielaborados		CANTIDAD			
		TEMP.	LAM I	LAM II	FECHA
CORTE					
TALLER TEMPLADO					
TALLER LAMINADO					
SERIGRAFIA					
TEMPLADO					
CURVADO					
LAMINADO					
AUTOCLAVE					
P.C.P		Fecha:        /        /20			
Observaciones:					
FFP01.04 (2) 17/11/15					

FIGURA 4.36 - Tarjeta de identificación y trazabilidad utilizada por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Templados Centro SRL (2022).

Como se puede observar en la imagen, la tarjeta de identificación y trazabilidad contiene los siguientes datos: Fecha en que comienza el proceso productivo; sectores del proceso con la firma del operario interviniente como constancia de que las piezas superaron la inspección; número de orden de compras; descripción del cliente, cantidad y espesor; medidas de la pieza y la firma de quien corrobora de que las medidas de la pieza son correctas.

- b) **PVB**: La identificación es la del proveedor que figura en el envase. En el caso de ausencia de la etiqueta se lo identifica de acuerdo a las dimensiones y características técnicas.



FIGURA 4.37 - Rotulado de recepción de PVB en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

- c) **Pintura:** La identificación es la del proveedor que figura en el envase. En el caso de ausencia de la etiqueta se lo identifica de acuerdo al remito del proveedor.



FIGURA 4.38 - Rotulado de recepción de pintura para proceso de templado en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 4.39 - Rotulado de recepción de pintura para proceso de laminado en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que la empresa mantiene la trazabilidad de otros materiales, con la identificación del proveedor, tales como: lubricantes, cintas, elementos de protección, entre otros.

Para el caso de los productos terminados, tanto templados como laminados, la identificación se efectúa mediante un sticker en cada pieza (véase FIGURA N° 4.40).

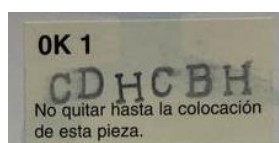


FIGURA 4.40 - Identificación de productos terminados en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la imagen anterior, la trazabilidad en los productos terminados se realiza por medio de un sticker que contiene: código de fechas; código del operario que interviene en la fabricación; leyenda que aconseja no quitar el sticker hasta su colocación definitiva. Por otro lado, a cada pieza terminada se le agrega el rótulo de identificación correspondiente, adjuntado y explicado anteriormente en el apartado “4.1.8 Autoclave”.

Con respecto a las piezas que son aprobadas en las diferentes etapas del proceso productivo, pero no como producto terminado sino como producto en proceso, se utiliza el sticker de identificación de la FIGURA 4.41. Mientras que para aquellas piezas que son aprobadas con un determinado desvío, se utiliza un sticker amarillo adjunto a continuación.

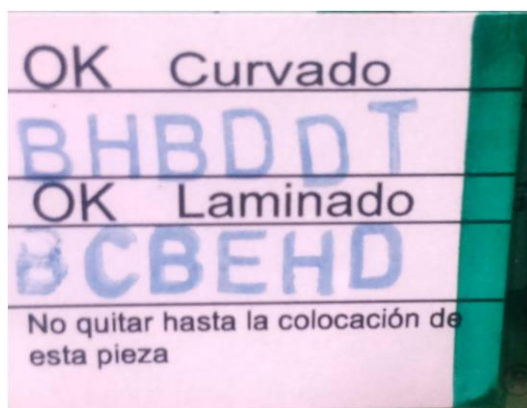


FIGURA 4.41 - Identificación de productos en proceso en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 4.42 - Identificación de sticker amarillo en la empresa Templados Centro SRL. Fuente: elaboración propia.

### **4.3. Controles de Calidad**

Según la Norma ISO 9000, el control de calidad es la *“parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad”*. Es decir, que es una inspección a la que sometemos un producto para determinar si cumple con ciertos estándares previamente fijados por la organización.

Los controles internos que realiza la empresa en estudio para asegurar la calidad en el proceso productivo son: ensayo de copa ford, ensayo de conductividad y ensayo de pummel.

#### **4.3.1. Copa Ford**

La prueba consiste en correlacionar el tiempo que tarda una muestra de pintura en fluir a través del orificio de una copa Ford.

Para la realización del método estándar, se calcula el tiempo requerido para que un volumen determinado de pintura en la copa fluya por gravedad a través del orificio. Luego se compara dicho valor obtenido con el tiempo correspondiente al aceite de calibración estándar para luego sacar las conclusiones correspondientes.

Sin embargo, cuando se miden viscosidades con la copa Ford, especialmente elevadas, se producen problemas por irregularidad en el goteo e interrupción del chorro en la fase final de la descarga, impidiendo un correcto cronometraje y una descarga total de la pintura. En estas ocasiones, no se puede comparar un tiempo calculado con un tiempo experimental, ya que no existe un tiempo experimental cuando la descarga total es imposible.

Estos inconvenientes se presentan con regularidad en la empresa en estudio, por lo que para soslayar tales dificultades, se plantea un nuevo método, basándose en cronometrar la descarga de un volumen parcial al principio del vaciado, y calcular por extrapolación cuánto duraría el vaciado total si no aparecieran tales inconvenientes. Es un método que mide tiempos de vaciado.

##### **4.3.1.1. Fundamentos del ensayo Copa Ford**

Cuando un líquido sale por un orificio en régimen laminar, el caudal que sale por el orificio es proporcional a la presión que lo impulsa. Aquí la presión es proporcional a la altura de líquido sobre el orificio de la copa. Así que, basándose en la ley de vaciado,

se puede establecer una ecuación diferencial para la parte cilíndrica de la copa y otra para la parte cónica, que integrándolas permiten llegar al siguiente resultado:

$$h = \frac{\text{Gramos descargados}}{\text{Densidad}}$$
$$\text{Tiempo de vaciado total} = \frac{1.271}{\ln\left(\frac{141.4}{141.4 - h}\right)} * \text{Tiempo de vaciado parcial}$$

Observando estas dos fórmulas vemos que la primera calcula una h en función de los gramos de líquido descargados en el vaciado parcial; y la segunda, haciendo uso de esta h, permite calcular el tiempo de vaciado total en función del tiempo de vaciado parcial.

Notar que en esta ocasión no se desarrolla la deducción matemática de la ley de vaciado, sino que únicamente se da el resultado final junto con la forma práctica de proceder. Dicha simplificación surge de la experiencia de las pruebas de ensayo realizadas y los resultados obtenidos (Véase capítulo N° 6).

#### **4.3.1.2. Materiales necesarios para el ensayo**

Los materiales requeridos para la elaboración del ensayo son los siguientes:

- a) Pintura a ensayar.
- b) Diluyente.
- c) Dos recipientes para contener 500 gramos de pintura.
- d) Espátula.
- e) Dos vasos graduados para medir 100 centímetros cúbicos de pintura.
- f) Balanza.
- g) Copa Ford, junto con su soporte.
- h) Boquilla de 4 mm.
- i) Cronómetro.
- j) Cinta de papel.

#### **4.3.1.3. Procedimiento**

Los pasos a seguir para la correcta elaboración del ensayo son los siguientes:

1. Previo al inicio de la prueba, se debe verificar que el laboratorio esté bien ventilado, con temperatura entre 25 y 28 °C, humedad relativa de 50 +- 5%, evitando el polvo y corriente de aire.

2. Agitar la pintura pura (sin diluyente) para homogeneizarla con espátula durante 5 a 10 minutos, y pesar 500 g para la prueba, con el cuidado suficiente para que no se formen burbujas o se contamine con materiales extraños.
3. Inmediatamente después de ser homogeneizada, dejar la muestra de prueba en reposo durante 2 minutos antes de realizar la prueba.
4. Tomar otra muestra de 500 g de pintura, y rebajar en un porcentaje de diluyente. Dicho porcentaje varía de acuerdo al valor utilizado en el proceso de serigrafía al momento de realizar la prueba.  
Homogeneizar para tomar la cantidad de pintura necesaria para la prueba, con el cuidado suficiente para que no se formen burbujas o se contamine con materiales extraños.
5. Inmediatamente después de ser homogeneizada, dejar la muestra de prueba en reposo durante 2 minutos antes de realizar la prueba.
6. Pesar 100 cc de pintura con y sin solvente para el posterior cálculo de la densidad de cada fluido.
7. Seleccionar el orificio calibrado de la Copa Ford (4 mm). Tapar el orificio con cinta de papel y llenar la copa hasta el borde, con el cuidado suficiente para que no se derrame la pintura.
8. Colocar un recipiente bajo la Copa Ford con el orificio tapado. Poner el cronómetro en marcha, y cuando pase por el tiempo de referencia para dar inicio de la medida, dejar caer el líquido, para iniciar la descarga.

El tiempo de cronometraje es discrecional. Como no se detiene el cronómetro, ya que las manos se ocupan en manipular el recipiente de medida, se debe escoger un tiempo que sea múltiplo de 5 segundos, para no tener dificultades en leerlo a la hora de utilizar el cronómetro.

Es aconsejable un tiempo de 20 o 30 segundos. Se puede escoger un tiempo distinto pero hay que observar que con tiempos más cortos, se incrementa el error relativo en la medida del tiempo, y con tiempos más largos se corre el riesgo de que la copa se vacíe hasta la parte cónica. Esto no se debe permitir ya que las fórmulas mencionadas anteriormente, sólo son válidas para la parte cilíndrica.

9. Tomar otro recipiente, preparado para hacer el cambio cuando el cronómetro llegue al final del tiempo que queremos cronometrar, y recibir así el resto de la descarga, para que no caiga sobre el banco de trabajo.

En las siguientes figuras se ilustra la situación planteada con anterioridad.

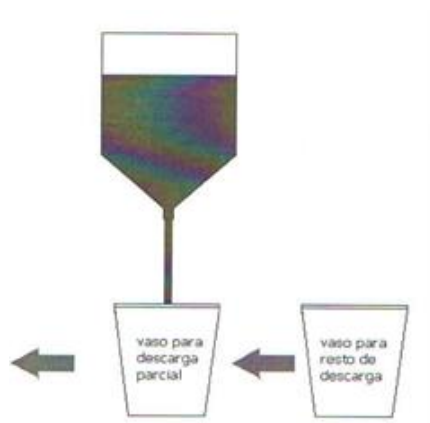


FIGURA 4.43 - Procedimiento ensayo Copa Ford. Fuente: Guía del vidrio laminado (s.f.).



FIGURA 4.44 - Procedimiento ensayo Copa Ford. Fuente: Elaboración propia.

10. Pesar la descarga de pintura obtenida y anotar los valores obtenidos en la planilla correspondiente.
11. Repetir el procedimiento con la pintura con solvente.



#### **4.3.1.4. Interpretación de resultados**

En lo referente a los cálculos, para agilizar el proceso, la empresa Templados Centro SRL utiliza una hoja de cálculo de Excel, en donde se introducen los datos de entrada en las fórmulas ya estipuladas y luego se analiza el resultado obtenido. Los datos de entrada son:

- a) Peso recogido.
- b) Densidad.
- c) Tiempo de vaciado parcial.

Los resultados obtenidos deben cumplir con los parámetros establecidos dentro del proceso de serigrafía. Caso en que la descarga de pintura, y por ende el tiempo total de vaciado varíe en relación a dichos parámetros, se controla el porcentaje de diluyente utilizado. A continuación, se presenta un ejemplo para entender lo anteriormente mencionado.

Por ejemplo: En un ensayo se obtienen 9.14 gramos de descarga de pintura con 3% de diluyente; en un nuevo ensayo se obtienen 3.5 gramos de descarga de pintura con un 3% de diluyente. Como puede observarse hubo una notoria diferencia de los resultados obtenidos, por lo que se debe cambiar el porcentaje de diluyente utilizado a por ejemplo un 4% para que la pintura sea más fluida y se obtengan resultados similares al primer ensayo.

La periodicidad con la que se lleva a cabo el ensayo varía respecto a la frecuencia con la que se prepara un nuevo lote de pintura y a los cambios bruscos de temperatura.

Como conclusión, se puede notar que el procedimiento descrito es más laborioso que el habitual de vaciado total, pero que es válido cuando existen dificultades en la descarga completa, y es válido también para boquillas distintas a la habitual de 4 mm. A continuación, se presentan las diferentes boquillas que pueden presentarse.

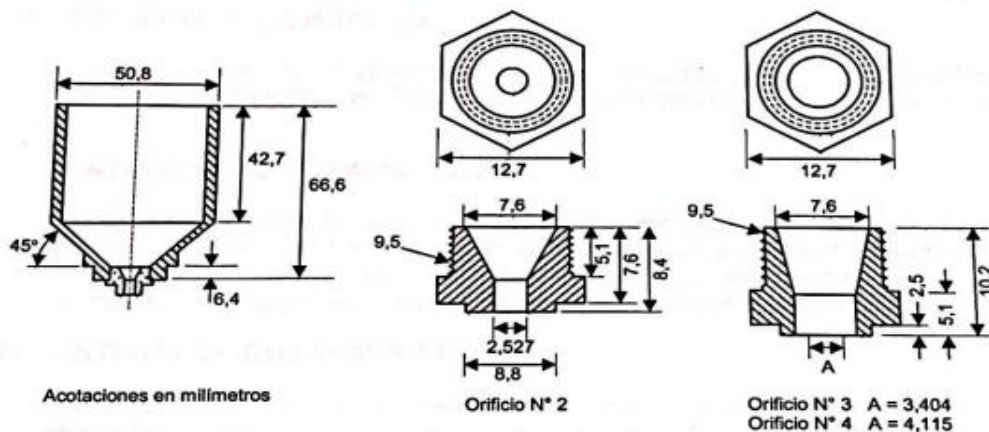


FIGURA 4.45 - Orificios copa Ford para viscosidad y orificios. Fuente: MMP. Métodos de muestreo y prueba de materiales - Parte 2. Materiales para estructura (s.f.).

### 4.3.2. Conductividad

El lavado del vidrio es esencial para remover distintos contaminantes que pueden afectar las cualidades ópticas y la adhesión del laminado final. Cualquier sustancia localizada en el interior de la pieza puede interferir en la adhesión del vidrio con la lámina polivinilo butiral (PVB). En ese contexto la limpieza tiene relación no solo con los contaminantes, sino también con las sales que se depositan en el vidrio durante el proceso de lavado.

Como se mencionó anteriormente, en el proceso de taller laminado, el agua es tratada para remover las sales depositadas en el vidrio. Para el correcto monitoreo de este proceso, se realiza un control de calidad de la conductividad del agua obtenida luego del proceso de ósmosis inversa.

#### 4.3.2.1. Equipo para el ensayo

El medidor de conductividad utilizado por la empresa Templados Centro SRL es de marca HANNA instruments, modelo HI98311(DIST 5) – Waterproof EC/TDS and Temperature Testers. Además, para la realización del ensayo se requieren los siguientes elementos:

- Patrón de conductividad de 1413  $\mu\text{S}/\text{cm}$  – 20 ml.
- Solución de calibración de 1382 ppm – 20 ml.
- Agua tratada que se va analizar.
- Recipiente plástico para contener el agua.

#### **4.3.2.2. Descripción y funcionamiento del equipo**

El medidor cuenta con un sistema de operación de dos botones (“MODE” y “SET/HOLD”) de fácil utilización. La carcasa compacta e impermeable está diseñada para flotar si se cae accidentalmente en el agua.

Tienen un factor de conversión seleccionable por el usuario y un coeficiente de compensación de temperatura. Es decir, se puede seleccionar la unidad de temperatura con la que se desea trabajar, es decir temperatura en °C o °F.

En caso de que el dispositivo cuente con batería baja, el nivel de batería se muestra claramente en la pantalla LCD para alertar al usuario. En caso de que el nivel sea demasiado bajo como para obtener una medida precisa, el medidor se apaga automáticamente.

Con respecto al sensor de temperatura, el mismo es de acero inoxidable lo que facilita las mediciones de temperaturas precisas y rápidas.

A continuación, se presentan imágenes del dispositivo junto con su descripción funcional.



FIGURA 4.46 - Medidor de conductividad HANNA instrument DIST 5. Fuente: elaboración propia.

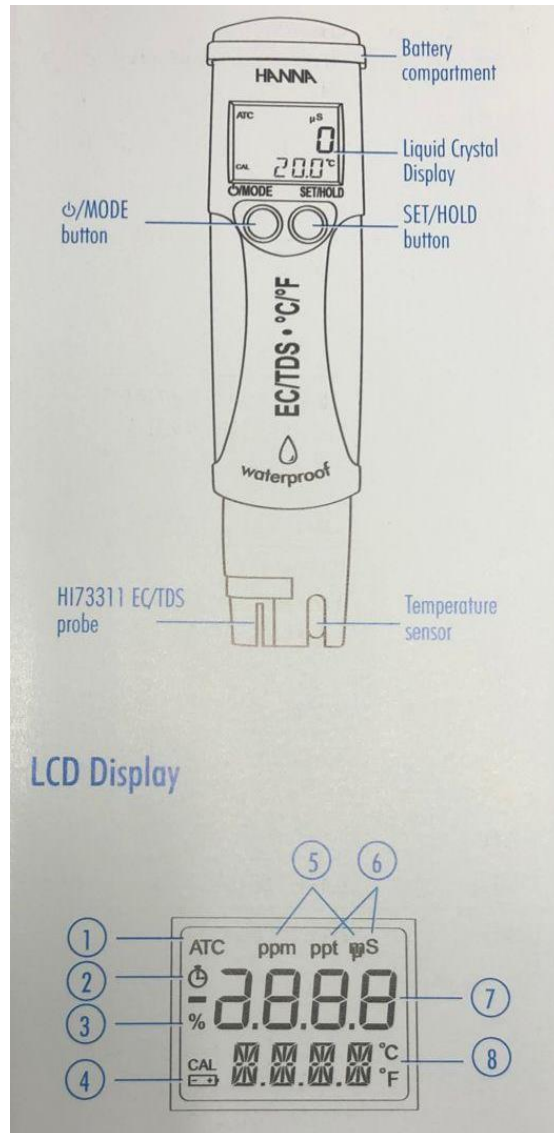


FIGURA 4.47. Descripción funcional del medidor de conductividad HANNA instrument DIST 5.  
Fuente: Manual de instrucciones de medidor de conductividad HANNA instrument DIST 5 (2022).

Como se observa en la figura 4.46, el display cuenta con:

1. Indicador de compensación automática de temperatura
2. Indicador de estabilidad
3. Indicador de porcentaje de duración de batería
4. Indicador de batería baja
5. Unidades de medida
6. Unidades de medida
7. Primera línea LCD
8. Segunda línea LCD

### 4.3.2.3. Calibración y medición del equipo

La calibración del equipo es de suma importancia previo a la realización del ensayo. Se recomienda calibrar el medidor con frecuencia siempre que se reemplace el electrodo, se trabaje con sustancias químicas agresivas o haya pasado un mes sin realizar una calibración. Los pasos a seguir para lograr una correcta calibración se presentan a continuación:

1. Presionar el botón "MODE" para encender el equipo.

Mantener apretado el botón "MODE". Los parámetros de la pantalla led se mostrarán durante unos segundos con el indicador de porcentaje de batería.

2. Presionar el botón "SET/HOLD" para seleccionar el parámetro de conductividad que corresponda.

Se puede optar por la elección de las siguientes unidades de medida: ppm (partículas por millón),  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y ppt (partículas por trillón). Cabe destacar que la solución de calibración está en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por lo que se debe seleccionar dicha unidad.

3. Desde el modo medición, mantener apretado el botón "MODE" hasta que aparezca "CAL" en la segunda línea de pantalla.
4. Soltar el botón, extraer la tapa inferior del medidor y colocar la sonda en la solución de calibración.

La solución de calibración depende del tipo de medidor que se esté utilizando. Para el medidor de conductividad HANNA instrument DIST 5, se debe utilizar la solución de 1413  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

5. Agitar suavemente durante unos segundos y dejar dentro de la solución.
6. Una vez realizada la calibración automática, la pantalla debe mostrar "OK" por unos segundos y luego volver al modo de medición.
7. Extraer el medidor ya calibrado de la solución y colocar la tapa inferior.

La etiqueta "CAL" en la pantalla indica que el medidor está calibrado.

Luego de su calibración, el medidor está en condiciones de ser utilizado. Los pasos a seguir en el procedimiento de medición son:

1. Quitar la tapa de la parte inferior.
2. Enjuagar el equipo con agua destilada.
3. Presionar el botón "MODE" para encender el equipo.

4. Presionar el botón "SET/HOLD" para seleccionar el parámetro de conductividad que corresponda.

Se puede optar por la elección de las siguientes unidades de medida: ppm,  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y ppt. Cabe destacar que los registros con que trabaja la empresa se encuentran relacionados con la medida de ppm (partículas por millón) y  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por lo que se debe seleccionar alguna de estas unidades.

5. Colocar la solución a medir dentro del recipiente plástico.
6. Colocar la sonda en la solución a medir.
7. Agitar suavemente y dejar reposar dentro de la muestra.
8. La medición se toma luego de que la etiqueta de estabilidad desaparezca (parte superior izquierda).
9. Se muestra el valor de conductividad en la primera línea y la temperatura en la segunda.

Existe un modo de espera para congelar las lecturas obtenidas en la pantalla LCD. Para ello se debe mantener presionado el botón "SET/HOLD"; y para salir de esta lectura se debe apretar cualquiera de los botones y así reanudar la medición.

10. Quitar el electrodo de muestra, limpiar el dispositivo con agua destilada y colocar la tapa de la parte inferior.

#### **4.3.2.4. Interpretación de resultados.**

Con los valores obtenidos, se deben interpretar los resultados. Cuanto mayor sea la conductividad o dureza, mayor será el contenido de sal. Se clasifica como agua "limpia" aquellas con contenido bajo de sales o sistema cuya conductividad es de menos de  $10 \mu\text{S}/\text{cm}$  o menor a 10 PPM (partículas por millón) de dureza. Ambas mediciones con una tolerancia de  $\pm 3 \mu\text{S}/\text{cm}$  - PPM.

La frecuencia con la que se realiza dicho procedimiento es semanal, más precisamente, se realizan los días lunes y martes (días en que se cortan vidrios laminados/parabrisas dentro de la empresa en estudio).

Para mantener registro de este tipo de control, la empresa Templados Centro SRL utiliza la siguiente documentación:


		CONTROL DE CONDUCTIVIDAD				
Bacha N°	Turno de Medición	Temperatura Agua	Milisiemens	PPM Partículas por millón	Microsiemens	FECHA
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						
1	Mañana					
2						

FIGURA 4.48 - Planilla de control de conductividad utilizada por Templados Centro SRL. Fuente: Templados Centro SRL (2022).

### 4.3.3. Pummel

La adhesión Pummel es una medida de resistencia de la unión entre la lámina PVB y el vidrio. La propiedad de adhesión debe ser controlada para evitar posibles problemas debido a la baja adhesión y a fallas de impacto por adhesión alta. (Solutia, s.f. Guía del vidrio laminado. Pág. 55)

#### 4.3.3.1. Elementos de protección personal

Para la realización del ensayo son necesarios los siguientes elementos de protección personal:

- a) Protector facial o gafas protectoras.
- b) Guantes de cuero o de algodón.
- c) Tapones auditivos.
- d) Mascarilla contra polvos/partículas.
- e) Delantal.

Cabe destacar que los primeros dos elementos de la lista son obligatorios para la realización del ensayo, mientras que el resto de los elementos son opcionales



(recomendados para el uso al momento de la ejecución). De esta manera, se asegura la protección del personal que interviene en el ensayo.

#### **4.3.3.2. Equipos y materiales necesarios**

Se requiere de los siguientes materiales para la elaboración del ensayo:

- a) Congelador o cabina refrigerada a  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ )
- b) Cuadro de "Pummel". Superficie plana, preferiblemente a un ángulo de  $45^{\circ}$  para permitir que el polvo de vidrio pulverizado deslice sobre la muestra.
- c) Martillo.
- d) Cuadrados de cartón.
- e) Patrones para ensayo Pummel.

La funcionalidad de cada uno de ellos será explicada posteriormente dentro de este capítulo.

#### **4.3.3.3. Criterio de selección de muestras**

La frecuencia con la que se lleva a cabo el ensayo es cada dos meses. El total de muestras a ensayar es de 6 unidades para cada categoría de espesor (2.1 mm + 0.76 mm + 2.1 mm; 3.2 mm + 0.76 mm + 3mm).

El autor aclara que los valores referidos al espesor del vidrio son: 2.1 mm, 3.2 mm y 3 mm; mientras que el valor de 0.76 mm hace referencia al espesor de la lámina de PVB utilizada.

#### **4.3.3.4. Procedimiento de ejecución**

1. Preparación de las muestras.

Las muestras de laminado deben ser preparadas o cortadas del tamaño correspondiente, siguiendo los procedimientos estándares de producción. Se requiere un total de 6 muestras de 15 cm x 15 cm.

2. Acondicionamiento de las piezas.

Colocar las muestras en el congelador, a  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ) por tiempo suficiente para que alcancen la temperatura de equilibrio. Dependiendo del tipo de cabina refrigerada y

del espacio entre las probetas para la circulación de aire, este proceso demanda entre 1 y 6 horas.

3. Retirar pieza a ensayar.

Después del acondicionamiento de las muestras, sacar rápidamente una muestra con la mano, debidamente protegida con un guante, y cerrar la puerta de la cabina refrigerada.

4. Colocar la muestra sobre el cuadro pummel y golpearlas con martillo.

Inmediatamente después de haber sido removida de la cabina de acondicionamiento, se debe colocar la muestra sobre el cuadro pummel, de forma que solo tenga contacto con la chapa, el borde de vidrio no golpeado.

Usando un martillo, se debe golpear la probeta progresivamente en incrementos de 12 mm a lo largo del borde. Cuando el borde de la base está completamente golpeado, la operación se repite para los próximos 150 mm, véase la figura N°:24. Este procedimiento se repite hasta que al menos 7 cm a 10 cm del laminado haya sido golpeado. Se debe asegurar que todos los cristales se pulvericen.

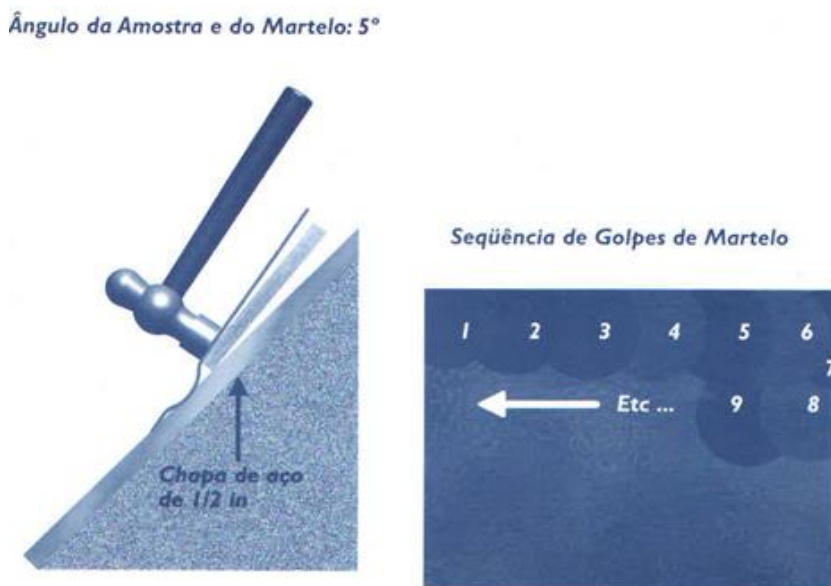


FIGURA 4.49 - Demostración de la forma de impacto. Fuente: Guía del vidrio laminado (s.f.).



FIGURA 4.50 - Ejecución de golpes sobre probeta en ensayo de pummel. Fuente: elaboración propia.

#### 5. Condensación de la humedad.

Las probetas laminadas golpeadas deben dejarse a temperatura ambiente para permitir que la humedad condensada se evapore antes de compararlos con los patrones, es decir previo a la realización de la evaluación. Es importante asegurarse de que no haya condensación para obtener una lectura adecuada.

#### 6. Limpieza de la probeta.

Obtener la probeta ya golpeada y eliminar cualquier partícula de vidrio suelta, rozándola o golpeándola ligeramente contra el borde de la caja de prueba.

#### 7. Realizar la evaluación.

Colocar la probeta sobre un trozo de cartón ligeramente mayor que la muestra. De este modo se logra conseguir un fondo oscuro de visualización para la realización de la comparación correspondiente.

Luego, se debe comparar atentamente la muestra con los patrones de adhesión pummel para identificar el patrón al cual la muestra más se asemeja. Para ello se debe:

- a) Inclinar la probeta en conjunto con el patrón para ver el reflejo de PVB.

- b) Repetir esta comparación con otros patrones para identificar qué patrón tiene las mismas características.
- c) Girar la probeta y repetir el proceso de análisis a través del otro lado de la muestra. Tener en cuenta la clasificación de cada lado.

Ejemplo 6/5. 6 = lado interno. 5 = el exterior



FIGURA 4.51 - Patrones de comparación de ensayo pummel. Fuente: elaboración propia.



FIGURA 4.52 - Probeta ensayada - Pummel. Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que previo a la realización del ensayo se corrobora que la superficie de impacto del martillo esté en óptimas condiciones. Por otra parte, una vez golpeada la probeta se debe limpiar la superficie plana de contacto antes de continuar con el ensayo.

### 4.3.3.5. Interpretación de resultados

En el caso de los vidrios de seguridad en automóviles, el valor pummel obtenido de cada muestra debe estar entre 2 y 5 para que se supere el ensayo. Caso contrario se debe volver a ensayar.

Si las características de la muestra entre dos patrones son atribuidas a la mitad de la graduación, es decir, si los patrones de muestra son las características entre 4 y 5, la clasificación será de 4,5.

Para mantener registro de este tipo de control, la empresa Templados Centro SRL utiliza la siguiente documentación:


 <p>TEMPLADOS CENTRO S.R.L. saftglass</p>	<h2>Registro: Ensayo Pummel</h2>																																						
<p><b>Probeta Dimensión:</b>                      <b>Color:</b>                      <b>Espesor:</b>  <b>PVB:</b>    <b>Código:</b></p>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra N°</th> <th>Patrón N°</th> <th>Temperatura</th> <th>Realizó</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>Promedio</td> <td></td> <td>Promedio total</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"><b>Observaciones</b></td> </tr> </tbody> </table>	Muestra N°	Patrón N°	Temperatura	Realizó	1				2				3				4				5				6				Promedio		Promedio total		<b>Observaciones</b>						
Muestra N°	Patrón N°	Temperatura	Realizó																																				
1																																							
2																																							
3																																							
4																																							
5																																							
6																																							
Promedio		Promedio total																																					
<b>Observaciones</b>																																							
<p><b>Resultado</b></p> <p>APRUEBA EL ENSAYO:                      SI    NO</p> <p>Firma de responsable de ensayo:</p>																																							
<p>Conforme a la Norma _____</p> <p>FIT11.01 (2) 27/07/2022</p>																																							

FIGURA 4.53 - Registro ensayo pummel de la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Templados Centro SRL.

Notar que, con el ajuste y verificación del procedimiento de cada etapa y su respectiva actualización de la documentación, se busca optimizar el proceso productivo y organizacional para cumplir con las expectativas de los clientes actuales y futuros, y ganar cuota en el mercado donde se desarrolla la empresa en estudio.

Una vez analizados con profundidad estos aspectos, se procede a implementar punto a punto los ítems que conforman la norma IRAM – AITA 1-H3. Dicha implementación se encuentra descrita dentro del capítulo que se desarrolla a continuación.

## **5. IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA IRAM - AITA 1H3**

### **5.1. Introducción**

Los vidrios automotrices son productos de seguridad sumamente importantes. La industria automotriz los ha catalogado como partes vitales, lo que significa que el producto debe cumplir con normas gubernamentales de seguridad, debido a que pueden poner en riesgo la vida de las personas que van dentro del vehículo. Una de esas normas es la Norma IRAM - AITA 1H3.

El autor aclara que los patrones de control y los instrumentos requeridos para la elaboración del ensayo, mencionados dentro de este capítulo, fueron calibrados y/o verificados externamente, con su certificado correspondiente, por institutos capacitados para realizarlo, con el objetivo de asegurar la obtención de resultados óptimos y satisfacer las exigencias de la Norma en cuestión.

Como se mencionó con anterioridad, además de la primera parte, la norma IRAM - AITA 1H3 consta de las partes 2 a 12, citadas y desarrolladas posteriormente dentro de este capítulo. Estos apartados explican por separado cada uno de los ensayos que deben realizarse para la correcta implementación de la Norma en cuestión. Los mismos son realizados dentro de la empresa en estudio, sin embargo, aquellas instituciones que no cuenten con un laboratorio con la infraestructura suficiente como para poder llevarlos a cabo, deben realizar los ensayos de manera externa. En Argentina, para este tipo de normativa, el único laboratorio acreditado para realizar estos ensayos es el del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR).

En el caso en estudio, las partes 3, 9, 10 y 11 hacen referencia a los denominados ensayos externos.

Cabe destacar que en el desarrollo de este proyecto integrador, el autor no realiza una distinción específica de la primera parte de la normativa. Esto se debe a que los aspectos más importantes dentro de la misma tienen relación con las distintas partes de la norma, por lo que serán explicados en cada una de ellas.

Por otra parte, el autor destaca que, para la correcta implementación y desarrollo del proyecto integrador, se actualizaron los registros, se modificaron los procedimientos y los criterios de selección de muestra junto con el cronograma de ensayo, para que

todos estos aspectos se ajusten a la normativa actualizada. A su vez, se realizaron modificaciones específicas en cada uno de los ensayos y en la sala de laboratorio, lo cual será explicado con más detalle posteriormente dentro de este capítulo.

En la Norma IRAM - AITA 1-H3 - 1 se distinguen distintos tipos de vidrios de vidrios de seguridad con los que una empresa automotriz puede trabajar:

- a) Vidrios de seguridad templados.
- b) Vidrios de seguridad laminados, utilizados como parabrisas.
- c) Vidrios de seguridad laminados, utilizados en posiciones que no sean parabrisas.

Para el caso de la empresa en estudio, y lo que concierne al trabajo realizado, únicamente se tendrán en cuenta los vidrios de seguridad templados y laminados utilizados como parabrisas (inciso a y b).

## **5.2. Ensayos en vidrios de seguridad templados.**

A continuación, se desarrollan los ensayos correspondientes a los vidrios de seguridad templados dentro de la Norma en estudio.

### **5.2.1. IRAM - AITA 1H3 - 2 - Determinación de la fragmentación.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 2, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método del comportamiento de los vidrios de seguridad templados (VST) de los vehículos automotores, al ser sometidos a ensayos de fragmentación.

#### **5.2.1.1. Equipos para el ensayo**

A continuación, se presentan los equipos requeridos para la realización del ensayo según la norma IRAM-AITA 1H3 – 2:2016.

- a) Apoyo de la pieza de vidrio

El vidrio a ensayar no debe fijarse de una manera rígida; no obstante, puede aplicarse sobre otro vidrio idéntico, unidos en todo el borde por una cinta adhesiva.

- b) Percutor

Dispositivo que permite obtener por impacto la rotura de la pieza. Puede ser un martillo de una masa aproximada de (75 g) u otro dispositivo que dé unos resultados equivalentes. El radio de curvatura de la punta debe ser de  $0,2 \pm 0,05$  mm. En la empresa Templados Centro SRL se utiliza el percutor ilustrado en la figura N°:5.1.



FIGURA 5.1 - Punzón utilizado por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Elaboración propia.

c) Papel fotosensible

Debe ser sensible a la luz y estar destinado a reproducir el aspecto de la fragmentación.

d) Fuente luminosa

Dispositivo para sensibilizar el papel fotosensible. Se presenta a continuación la fuente luminosa utilizada por la empresa en estudio.





FIGURA 5.2 - Mesa de trabajo y fuente luminosa utilizada por la empresa Templados Centro SRL.  
Fuente: Elaboración propia.

e) Dispositivo revelador

Dispositivo utilizado para revelar el papel fotosensible.



FIGURA 5.3 - Dispositivo revelador utilizado por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Elaboración propia.

- f) Pieza terminada a ser ensayada
- g) Transportador línea industrial.
- h) Cinta adhesiva.
- i) Cinta métrica.
- j) Marcador y birome.
- k) Amoniaco.
- l) Dispositivo para determinar el centro geométrico de la pieza.



FIGURA 5.4 - Pieza para determinar el centro geométrico de la pieza utilizada por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Elaboración propia.

El uso del dispositivo se explica posteriormente dentro de este capítulo.

#### **5.2.1.2. Criterio de selección de muestras**

Cabe destacar que la selección de las muestras a ensayar por la empresa viene dada de acuerdo a los requisitos estipulados en la norma IRAM-AITA 1-H3 – 2:2016, en conjunto con la norma IRAM-AITA 1-H3-1:1997.

Uno de los criterios establecidos dentro de la Norma IRAM-AITA 1-H3-1:1997 es el mencionado “índice de dificultad”, que se lo define como: *“Clasificación en dos grados (1 y 2), aplicable a las variaciones observadas en la práctica para cada característica secundaria. El paso del índice 1 al índice 2 señala el grado en que es necesario realizar pruebas complementarias”*.

Como se puede notar, dentro de la definición se menciona el término “características secundarias”, el cual es definido dentro de la Norma IRAM - AITA 1-H3 como: *“La que puede modificar las propiedades ópticas y/o mecánicas de un vidrio de manera significativa para la función que debe cumplir dicho vidrio en el vehículo”*. Estas características son la naturaleza del vidrio junto con su coloración y la presencia o ausencia de pintura cerámica y/o conductores eléctricos.

El autor aclara que se hace una salvedad en relación a este término (índice de dificultad) para seleccionar las muestras a ensayar debido a que el vidrio con el que

se trabaja dentro de la empresa en análisis es de color verde, por lo que realizar una valoración en este aspecto no tendría sentido. Dicha salvedad abarca todos los ensayos, explicados posteriormente, en los que intervenga el concepto de índice de dificultad.

Asimismo, debido a que no se tiene en cuenta el nivel de producción, se agregó en consideración el nivel de rotación de los VST. Del software "TOTVS", se obtuvo la información del nivel de rotación requerida para la elaboración del criterio de selección, la cual se presenta a continuación:

TABLA 5.1 - Valoración del Nivel de rotación.

<b>Código Interno</b>	<b>Valoración</b>
PE30	1
PE25	2
PE20	3
PE15	4
PE10	5

Fuente: Elaboración propia.

El término "PE", hace referencia a la producción estándar. A mayor PE, mayor nivel de rotación.

A partir del código interno obtenido para cada pieza, se elaboró la valoración correspondiente otorgando una puntuación de 1 para la de mayor rotación (PE30) y de 5 para las piezas de menor rotación (PE10).

En lo que respecta a la cantidad, forma y dimensiones de las muestras a ensayar, se deben tomar muestras de cada categoría de forma (vidrios planos, vidrios curvos laterales y lunetas térmicas) y de cada categoría de espesor (3.2 mm; 3.8 mm), según los siguientes criterios:

1. Para vidrios planos se deben proveer series de muestras correspondientes a:
  - a. Mayor superficie desarrollada.
  - b. Nivel de rotación.

- c. Mínimo ángulo entre dos lados adyacentes.
- 2. Para vidrios curvos laterales se deben proveer series de muestras correspondientes a:
  - a. Mayor superficie desarrollada.
  - b. Nivel de rotación.
  - c. Mínimo ángulo entre dos lados adyacentes.
- 3. Para lunetas térmicas se deben proveer series de muestras correspondientes a:
  - a. Mayor superficie desarrollada.
  - b. Nivel de rotación.
  - c. Mínimo ángulo entre dos lados adyacentes.
  - d. Altura de segmento mayor que 100 mm.

La definición de la altura de segmento otorgada por la Norma IRAM - AITA 1 - H3 - 1 es la siguiente: *“Distancia máxima medida entre la superficie interna del vidrio y un plano que pasa por sus bordes”*. Esta distancia se mide en una dirección perpendicular al vidrio, como se observa en la figura siguiente.

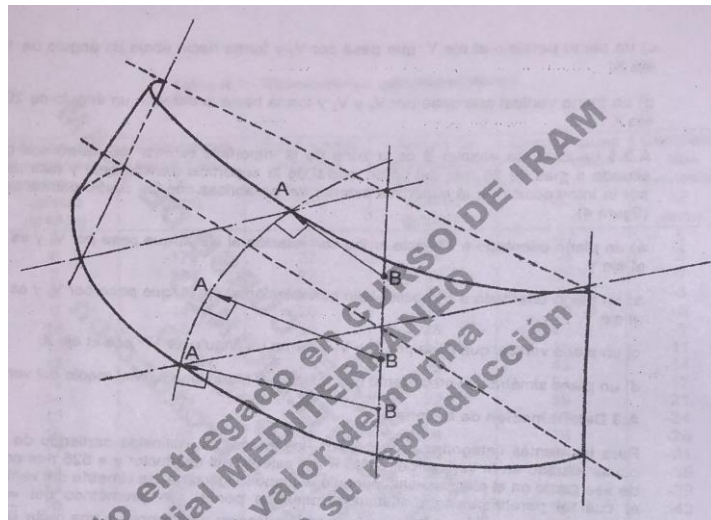


FIGURA 5.5 - Determinación de altura de segmento. Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 - 1 (1998).

Por otra parte, en la mayoría de las piezas, la determinación de las medidas de los ángulos internos se obtuvo de manera digital, con el software AutoCAD; sin embargo, existen ciertas piezas que aún no han sido digitalizadas por la empresa, por lo que la medida del ángulo correspondiente se obtiene de manera manual con un transportador línea industrial. En ambos casos se obtienen los mismos resultados.

El autor hace notar que el criterio mencionado en la norma IRAM - AITA 1-H3-1:1997 con relación a la medición de una altura de segmento mayor a 100 mm dentro de la empresa en análisis, es representativo únicamente en lunetas térmicas. Esto se debe a que en el resto de las categorías la altura de segmento es considerablemente inferior a dicho valor.

Por otra parte, por criterio del autor en conjunto con la empresa Templados Centro SRL, no se realizan ensayos distintivos sobre lunetas sin térmicas de 3.2 mm y 3.8 mm de espesor, ya que, dentro del listado de muestras a ensayar en lunetas térmicas, hay piezas con dificultad y tamaño muy similar. Por ende, al realizar ensayos sobre vidrios curvos, vidrios planos y lunetas térmicas, queda contemplada la totalidad de los productos producidos en cuanto a su dificultad productiva y al tamaño de la superficie.

Cabe destacar que el criterio, junto con la valoración correspondiente, que se consideran para la determinación de la mayor superficie desarrollada varía respecto a la categoría de forma del vidrio (vidrios planos, vidrios curvos laterales, lunetas térmicas) con el que se esté trabajando y el espesor del mismo (3.2 mm; 3.8 mm).

Del listado actualizado del producto, se calcula el valor promedio de la superficie junto con el valor máximo y mínimo. A partir de dichos valores se crea una escala junto con su respectiva valoración. Los valores obtenidos se adjuntan a continuación en formato tabla.

TABLA 5.2 - Valoración de la superficie desarrollada vidrios planos 3.8 mm de espesor.

<b>Superficie (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Valoración</b>
530000 < S	1
410000 < S < 529999	2
350000 < S < 409999	3
285000 < S < 349999	4
S < 284999	5

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 5.3 - Valoración de la superficie desarrollada vidrios curvos de 3.2 mm de espesor.

<b>Superficie (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Valoración</b>
550000 < S	1
450000 < S < 549999	2
350000 < S < 449999	3
270000 < S < 349999	4
S < 269999	5

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 5.4 - Valoración de la superficie desarrollada vidrios curvos de 3.8 mm de espesor.

<b>Superficie (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Valoración</b>
600000 < S	1
450000 < S < 599999	2
340000 < S < 449999	3
270000 < S < 339999	4
S < 269999	5

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 5.5 - Valoración de la superficie desarrollada lunetas térmicas de 3.8 mm de espesor.

<b>Superficie (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Valoración</b>
750000 < S	1
650000 < S < 749999	2
550000 < S < 649999	3
450000 < S < 549999	4
S < 449999	5

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la cantidad de muestras a ensayar, se consideran un total de dos piezas para cada espesor de vidrios planos; y cinco piezas para cada espesor de vidrios curvos y lunetas térmicas.

Para el caso de vidrios planos, la pieza a ensayar hace referencia a un punto de impacto N°:1 (centro geométrico de la pieza). Mientras que, para el caso de vidrios curvos laterales y lunetas térmicas, el total de piezas a ensayar hacen referencia a un punto de impacto N°:1 y dos puntos de impacto N°:2.

La posición y referencia de cada uno de los puntos antes mencionados está explicado posteriormente en el apartado “5.2.4. Procedimiento para la realización del ensayo, inciso 2”.

Tanto para vidrios planos, como para vidrios curvos y/o lunetas térmicas, las piezas sobrantes son consideradas “piezas de repuesto”, que se utilizan en caso de que fallen algunos de los puntos de impacto ensayados. Dicho aspecto se explica posteriormente en el apartado “5.2.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar”.

### **5.2.1.3 Cronograma de realización de ensayo**

La siguiente metodología para la correcta selección de muestras a ensayar, explica el cronograma de realización de ensayo de fragmentación con el que se trabaja.

Para el caso de vidrios curvos laterales, el cronograma de realización de ensayo tiene una periodicidad mensual. Más precisamente en las primeras dos semanas del mes, el área de calidad se comunica con el área de producción para determinar con qué piezas se cuenta, según el registro que lleven las órdenes de producción, para realizar los ensayos. En caso de que las mismas satisfagan las especificaciones desarrolladas en el punto “5.2.2. Criterio de selección de muestras” se eligen aquellas que se consideran más críticas para ensayar.

Caso contrario, se le solicita al área de producción que elaboren piezas específicas que cumplan el criterio antes mencionado, para poder realizar los ensayos en la última semana del mes en análisis.



Para el caso de vidrios planos el cronograma de realización de ensayo tiene una periodicidad de seis meses. Mientras que para el caso de lunetas térmicas se optó por una periodicidad de tres meses.

Para la selección de muestras de los tres tipos de vidrios, el autor aclara, que la mayor prioridad está dada para aquellas piezas que fueron modificadas en cuanto a su proceso productivo, es decir a sus parámetros de producción y a la matriz interviniente. Esto se debe a que una de los cambios más importantes dentro de este ensayo fue la creación de una planilla de control para tomar futuras acciones correctivas en aquellas piezas que el ensayo arroje resultados negativos. Dicha planilla será explicada posteriormente con mayor detalle en el apartado “5.10. Modificaciones realizadas para la implementación”.

#### **5.2.1.4. Procedimiento para la realización del ensayo**

Los pasos a seguir para la elaboración del ensayo de fragmentación son los siguientes:

1. Separación y preparación de piezas a ser ensayadas

Se deben separar las piezas a ser ensayadas. Posteriormente se acondicionan cada una de ellas con cinta adhesiva en los bordes, y en el centro de forma horizontal y vertical cubriendo casi el total de la superficie, dejando espacio (de aproximadamente 4 cm) entre cada franja de cinta. De esta manera se evitan desprendimientos de fragmentos de pieza luego de hacer la percusión. En la Imagen N°:5.5 se presenta dicha situación.

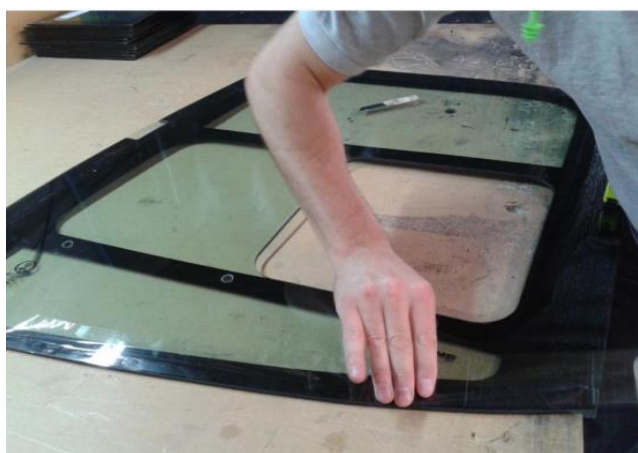


FIGURA 5.6 - Pieza siendo encintada por el operario encargado de la realización del ensayo. Fuente: Elaboración propia.

## 2. Localización de los puntos de percusión

Se procede a localizar con marcador los puntos de percusión que están ilustrados en las figuras N°:5.7 y N°:5.8, en cada pieza a ser ensayada. Cabe destacar que se debe localizar un punto de impacto por cada pieza.

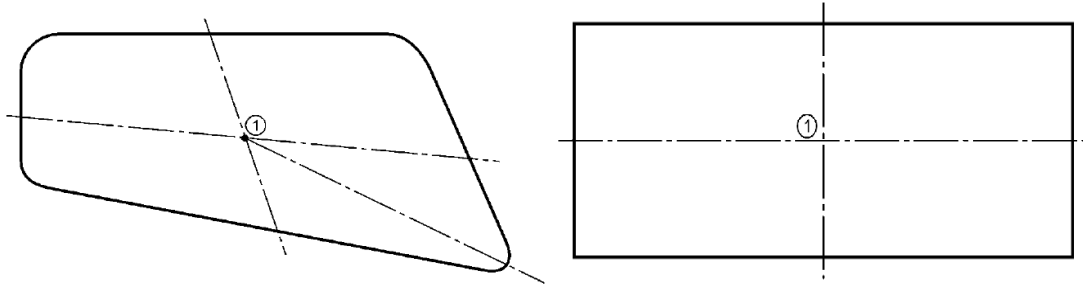


FIGURA 5.7 - Localización de los puntos de impacto para VST planos. Fuente: Norma IRAM – AITA 1-H3-2 (2014).

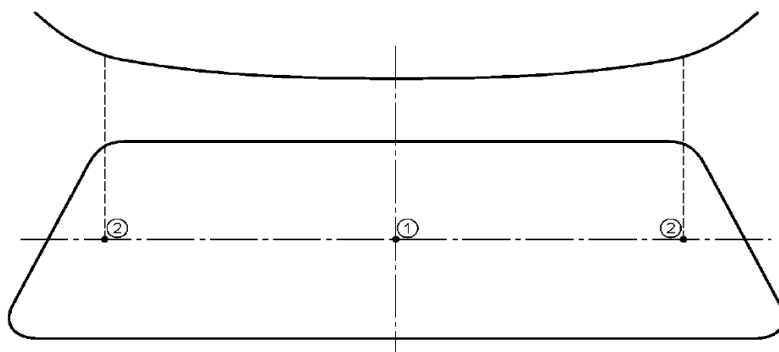


FIGURA 5.8 - Localización de los puntos de impacto para VST curvos. Fuente: Norma IRAM – AITA 1-H3-2 (2014).

A continuación, se presenta la forma de localizar los puntos antes ilustrados:

- Punto N°1: debe estar situado en el centro geométrico de la pieza. Para su determinación se coloca la pieza sobre el dispositivo de obtención; y se marca con un marcador el punto en donde la pieza se encuentra en equilibrio sobre el dispositivo.



FIGURA 5.9 - Marcado de punto N°:1 en la pieza. Fuente: Elaboración propia.

- Punto N°2: únicamente para vidrios curvos cuyo radio de curvatura mínimo sea menor que 200 mm, debe estar localizado en la mediana más larga, en la parte del vidrio donde el radio de curvatura es el menor.
3. Colocar amoniaco en el dispositivo revelador.

Se coloca una determinada cantidad de amoniaco en la parte inferior del dispositivo revelador con el objetivo de que dicha sustancia revele el papel fotosensible luego de la percusión. La cantidad de amoniaco varía de acuerdo a la cantidad de ensayos a realizar en el momento de ejecutar el ensayo.

4. Con la luz apagada, retirar el papel fotosensible y colocarlo sobre la mesa de trabajo.
5. Cortar el suficiente papel fotosensible como para que la pieza a ensayar entre en su totalidad sobre el mismo.
6. Montar la pieza sobre la mesa de trabajo, con el papel fotosensible entre ambos.
7. Realizar percusión.

Se debe realizar la percusión con el punzón sobre cada uno de los puntos marcados anteriormente, de esta manera en cada uno de ellos se produce una rotura.

8. Se conecta la fuente luminosa, como máximo 10 segundos después de la percusión de la pieza.

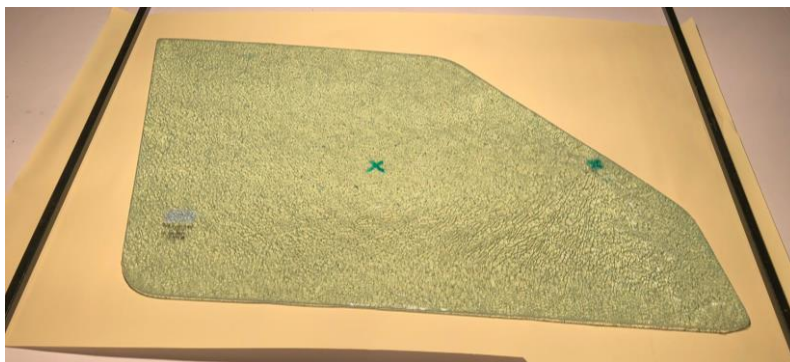


FIGURA 5.10 - Pieza fragmentada con conexión de fuente luminosa. Fuente: Elaboración propia.

9. Se desconecta la fuente luminosa, como máximo 3 min desde la activación de dicha fuente.
10. Se retira el papel fotosensible y la pieza fragmentada de la mesa de trabajo, y se revela el papel fotosensible.

Para ello se coloca el papel fotosensible dentro del dispositivo revelador por un tiempo aproximado que varía entre 5 a 10 segundos.

Para mantener la trazabilidad y registro de los ensayos, cada muestra ensayada lleva consigo una copia heliográfica perfectamente identificada mediante la siguiente codificación:

**FRAG.XX-XX/XX/XX-X**  
N° de ensayo- Fecha - Punto Impacto  
Ejemplo: **FRAG14-13/09/16-2**

FIGURA 5.11 - Codificación utilizada por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Templados Centro SRL (2022).

Como se observa en la figura, la codificación consta de tres sectores bien definidos. El primero de ellos está conformado por el número de ensayo, el segundo sector por la fecha en que se realizó el ensayo y el último hace referencia al punto de impacto sobre la pieza.

11. Se procede de igual forma para el resto de las piezas con los puntos de percusión predeterminados.
12. Evaluación.

Por último, se evalúa la muestra ensayada. En dicho punto se analizan los aspectos explicados posteriormente en el apartado “5.2.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar”.



FIGURA 5.12 - Ejemplificación de impresión de pieza fragmentada para ser evaluada. Fuente: Elaboración propia.

#### 5.2.1.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar.

Según lo estipulado en la Norma IRAM - AITA 1-H3 parte 1. Requisitos, se presentan los requisitos a satisfacer por la pieza ensayada para aprobar el ensayo:

1. El número de fragmentos de un cuadrado de 50 mm de lado, debe estar comprendido entre los siguientes valores:

TABLA 5.6 - Número de fragmentos de un cuadrado de 50mm de lado.

<b>Espesor</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Menor a 3.5 mm	40	400
Mayor a 3.5 mm	40	350

Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 parte 1 (1998).

2. En el recuento deben considerarse como medios fragmentos los que fueron cortados por los lados del cuadrado antes mencionado.

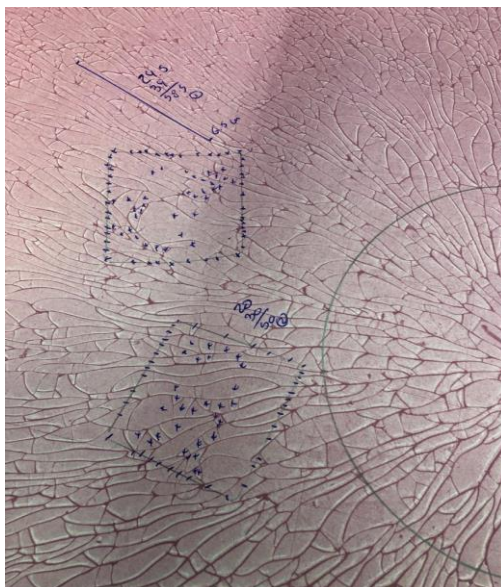


FIGURA 5.13 - Recuento de fragmentos. Fuente: Elaboración propia.

3. Los fragmentos producidos en la faja marginal de 20 mm de ancho que circunda la periferia del vidrio, y los producidos dentro de un círculo de 75 mm de radio, con el centro en el punto de impacto, no se deben considerar. En la siguiente imagen se puede observar dicho aspecto.

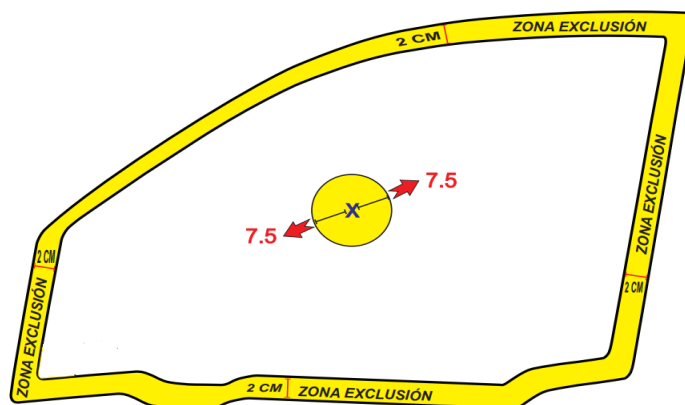


FIGURA 5.14 - Zonas de exclusión para conteo, caso punto N°:1. Fuente: IRAM (2017).

4. Los fragmentos de forma más alargada deben ser admisibles solamente cuando se supone que no sobrepasan la medida de 75 mm y no penetrarán la faja marginal de 20 mm que circunda la periferia del vidrio.

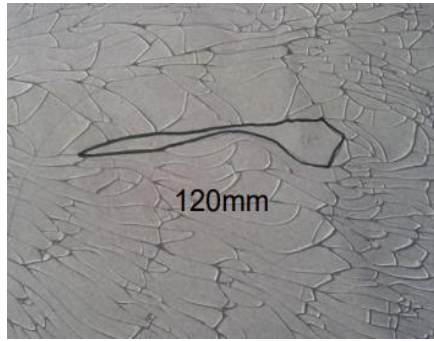


FIGURA 5.15 - Situación errónea en conteo, fragmento alargado. Fuente: Elaboración propia.

5. No se deben admitir fragmentos de superficie mayor a 3 cm<sup>2</sup>.

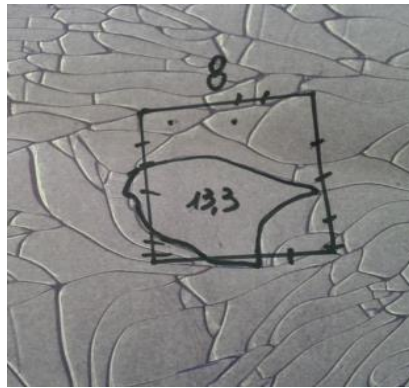


FIGURA 5.16 - Situación errónea en conteo, superficie mayor a la permitida. Fuente: Elaboración propia.

6. Deben considerarse fragmentos de forma alargada, no mayores que 75 mm, que no tengan una forma puntiaguda que llegue hasta el borde del vidrio y que no pueden formar con él un ángulo mayor a 45°.

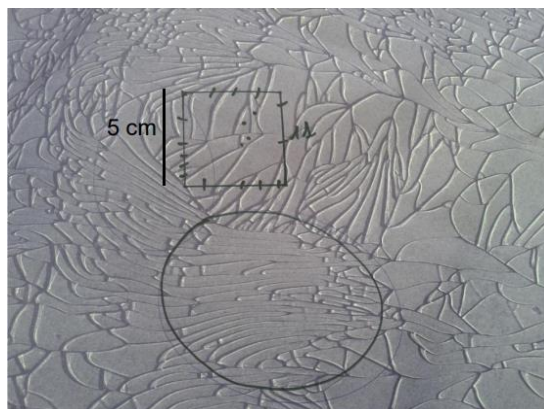


FIGURA 5.17 - Situación errónea en conteo. Fuente: Elaboración propia.

7. Deben realizarse como mínimo dos recuentos por papel fotosensible para asegurarse de la correcta obtención de los resultados. El primer conteo para verificar el mínimo, y el segundo para verificar el máximo.

Si todos los puntos de impacto cumplen con las especificaciones antes mencionadas, se considerará aprobado el ensayo.

En la Norma IRAM - AITA 1-H3 parte 1. Requisitos se plantea: *“En caso de que en un punto de impacto el resultado sea negativo, debe ensayarse una nueva pieza en el mismo punto de impacto y el resultado deberá ser positivo; en el caso que el resultado fuera negativo, al menos en dos puntos de impacto y como máximo en tres, se deberá ensayar una nueva serie completa en piezas que deben arrojar resultado positivo”*. Para un mayor entendimiento de lo anteriormente mencionado, el autor plantea el siguiente ejemplo:

Supongamos que se decidió ensayar una serie de vidrios curvos para tres modelos diferentes de automóviles. En cada una de ellas se contemplan una muestra para la realización del punto N°:1 y dos muestras para los dos puntos N°:2.

En el primer modelo de automóvil los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1. No se obtuvo una rotura correcta en el punto N°:1.
2. Se obtuvo una rotura correcta en los dos puntos N°:2.

Al encontrarse únicamente con una pieza con rotura incorrecta en un único punto de percusión, se volvió a repetir dicho punto N°:1 con una de las piezas de respaldo. El resultado que se obtuvo fue positivo, por lo que el ensayo se considera aprobado. Notar que, en caso de que con esta última evaluación se hubieran obtenido resultados negativos, el ensayo no se consideraría aprobado.

En el segundo modelo de automóvil, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1. No se obtuvo una rotura correcta en el punto N°:1.
2. No se obtuvo una rotura correcta en uno de los puntos N°:2. En el punto sobrante, se obtuvo una rotura correcta.

En esta situación, existen dos piezas con rotura incorrecta en dos puntos de percusión diferentes, por lo que se volvió a repetir ambos puntos con las piezas de respaldo. El



resultado que se obtuvo fue positivo en ambos casos, por lo que el ensayo se considera aprobado. Notar que, en caso de que con esta última evaluación se hubieran obtenido resultados negativos en al menos uno de los dos puntos ensayados nuevamente, el ensayo no se consideraría aprobado.

En último modelo de automóvil, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1. No se obtuvo una rotura correcta en el punto N°:1.
2. No se obtuvo una rotura correcta en ninguno de los puntos N°:2.

En este caso, debido a que la rotura es incorrecta en todos los puntos de percusión, no se ensayan nuevamente las piezas de respaldo debido a que directamente el ensayo se considera desaprobado.

#### **5.2.1.6. Informe y registro de ensayo**

Como se mencionó anteriormente para mantener la trazabilidad en los registros de los ensayos se utiliza una determinada codificación (Véase apartado “4.1.8. Autoclave”). A esto, se le agrega la utilización de un informe de ensayo, que según la Norma IRAM - AITA 1-H3-1 debe contener la siguiente información:

- a) tipo de vidrio de seguridad
- b) tipo apoyo de la pieza
- c) espesor de la pieza, en milímetros
- d) cantidad de piezas ensayadas
- e) copia (s) en papel fotosensible con el aspecto de la rotura y la delimitación de los campos donde se realiza la cuenta de los fragmentos
- f) cantidad de los fragmentos de los campos delimitados
- g) método utilizado para registrar fragmentación (si no es con papel fotosensible)
- h) identificación del responsable del ensayo.

Además, en dicho informe se deja registrado si el ensayo cumple con todos los requisitos para ser considerado satisfactorio.

### **5.2.2. IRAM - AITA 1H3 - 7 - Determinación de la resistencia al impacto con esfera.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 7, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método para la determinación del comportamiento de los vidrios de seguridad de los vehículos automotores, al ser sometidos a ensayos de impacto con esfera.

Dentro de dicha parte de la norma, existen dos tipos de esferas posibles para la realización del ensayo. Una esfera de 227 gramos y otra esfera de 2260 gramos. El objeto del ensayo de la esfera de 227 gramos es evaluar la adherencia de la capa intercalar del vidrio laminado y la resistencia mecánica del vidrio templado. Mientras que, el objetivo del ensayo con esfera de 2260 gramos es evaluar la resistencia del vidrio laminado a la penetración de dicha esfera.

Como puede notarse, se involucran tanto a los vidrios laminados como a los vidrios templados. En este apartado en particular, se desarrolla el procedimiento correspondiente a los vidrios de seguridad templados.

#### **5.2.2.1. Equipos necesarios para la realización del ensayo**

##### a) Dispositivo de apoyo de la muestra

Tal como se representa en la Figura N 5.6 (con medidas en mm), el soporte está constituido por dos bastidores de acero, cuyas caras horizontales en contacto con las guarniciones, son encimadas y ajustadas teniendo en cuenta el bastidor superior, de aproximadamente 3 kg.

Los bastidores deben ir superpuestos y provistos de una guarnición de goma de dureza shore A2 = 50 de 3 mm de espesor y 15 mm de ancho. El bastidor inferior debe estar asentado sobre un marco de acero de unos 150 mm, que apoya sobre el suelo o base maciza. Entre la base maciza y la placa debe colocarse una plancha de goma de 3 mm de espesor, de una dureza shore A-2 = 50.

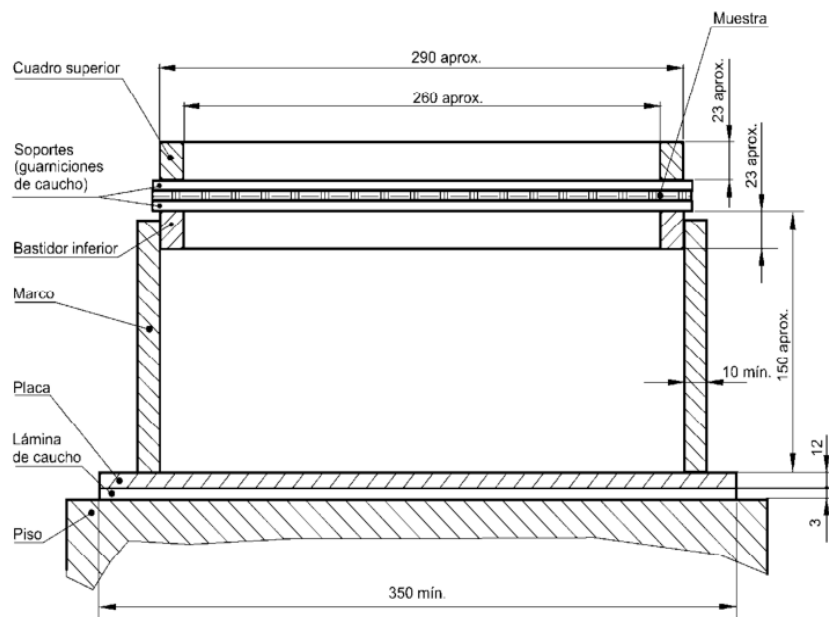


FIGURA 5.18 - Dispositivo de apoyo de la muestra. Fuente: Norma IRAM-AITA 1-H3 - 1 (1998).

b) Dispositivo de caída libre

Es el destinado a retener la esfera de acero templado de 227 g  $\pm$  2 g de 38 mm de diámetro. Este dispositivo debe permitir ser accionado para soltar la esfera por efecto de la gravedad y regular la altura en rangos de 500 mm.

- c) Termómetro digital
- d) Plomada
- e) Muestras a ensayar

**5.2.2.2. Criterio de selección de muestras**

Cabe destacar que la selección de las muestras a ensayar viene dada de acuerdo a los requisitos estipulados en la norma IRAM-AITA 1H3 – 7:2015, en conjunto con la norma IRAM-AITA 1H3-1:1997.

Uno de los criterios para seleccionar las piezas a ensayar dentro de la Norma IRAM - AITA 1-H3 - 1 es el índice de dificultad. Al igual que en el ensayo de fragmentación, se hace una salvedad en relación a este término.

En relación a la cantidad, forma y dimensiones de las muestras a ensayar, se debe tomar una serie de seis muestras para cada categoría de espesor (3.2 mm; 3.8 mm). Asimismo, el autor realiza una distinción entre las muestras con serigrafía y aquellas

que no poseen. La probeta debe ser plana y cuadrada, de  $300 + 10 \text{ mm} - 0 \text{ mm}$  de lado, con un espesor igual al del vidrio dentro de la tolerancia especificada y las aristas acabadas.

### **5.2.2.3 Cronograma de realización de ensayo**

La siguiente metodología para la correcta selección de muestras a ensayar, explica el cronograma de realización de ensayo de esfera con el que se trabaja.

Los ensayos se realizan sobre una serie de seis muestras de espesor 3.2 mm sin serigrafía y de espesor 3.8 mm sin serigrafía, ambas con una periodicidad mensual.

Además, se deben realizar ensayos sobre una serie de seis muestras de espesor 3.8 mm con serigrafía, con una periodicidad de dos meses.

Para las tres clasificaciones, se cuenta con otra serie de seis muestras del mismo espesor y de las mismas características, para las ocasiones en que no se cumpla con los requerimientos necesarios para aprobar el ensayo (series de respaldo).

### **5.2.2.4 Condiciones de ensayo**

Las condiciones en el ensayo de las muestras son:

- a) Temperatura:  $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$ .
- b) Presión: 86 y 106 KPa.
- c) Humedad relativa:  $60 \pm 20\%$ .

Para el control de estos parámetros se utiliza el termómetro digital.

### **5.2.2.5 Procedimiento de ensayo**

Los pasos a seguir para la elaboración del ensayo de impacto con esfera son los siguientes:

1. Preparación de las muestras a ensayar.

Lo primero que se realiza es el control de los parámetros de temperatura, presión y humedad, mencionados anteriormente, mediante la pistola láser.

A continuación, se centra la muestra sobre el dispositivo de apoyo mediante la utilización de la plomada, para asegurar que la esfera impacte en el centro geométrico

de la muestra. Previamente, se limpia la superficie, el dispositivo de apoyo y la goma separadora para evitar la existencia de fragmentos de vidrios o suciedad.



FIGURA 5.19 - Utilización de plomada para centrar dispositivo de apoyo. Fuente: Elaboración propia.

## 2. Ejecución del dispositivo de caída libre

Se coloca la probeta sobre el dispositivo de apoyo a la altura especificada en la norma IRAM - AITA 1-H3 – PARTE 1 (la medida abarca la parte inferior de la esfera hasta la superficie de la muestra). El plano de la probeta debe ser perpendicular a la dirección incidente de la bola, con una tolerancia inferior a 3° de arco.

Se coloca el acople magnético correspondiente a la esfera de 227 g. Seguidamente, se acciona el dispositivo de caída libre y se deja caer la bola sobre la probeta. La bola debe golpear la cara de la probeta que corresponda a la cara externa del vidrio de seguridad montado sobre el vehículo, sin producir más de un impacto sobre la muestra. Por este motivo, al momento de realizar el ensayo, el operario debe agarrar la bola de acero luego del primer impacto sobre la probeta.

A continuación, se presenta la altura de la caída en función del espesor especificada en la norma IRAM-AITA 1H3 – PARTE 1, para el caso de VST.

TABLA 5.7 - Altura de la caída en función del espesor.

<b>Espesor del vidrio (mm)</b>	<b>Altura mínima de caída (mm)</b>
$\leq 3.5$	2000 <sup>+5</sup> <sub>-0</sub> mm
$> 3.5$	2500 <sup>+5</sup> <sub>-0</sub> mm

Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 parte 1 (1998).

### 3. Evaluación

Por último, se retira y evalúa la muestra ensayada. En dicho punto se analizan los aspectos explicados posteriormente en el apartado “5.2.2.6. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar”.

#### **5.2.2.6. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar**

A continuación, se presentan los requisitos que debe satisfacer la probeta ensayada para aprobar el ensayo:

- a) Sobre la primera serie, empleando una altura mínima de caída no debe romperse más que una. En el caso de que se rompan dos o más probetas debe repetirse el ensayo sobre las seis probetas de la segunda serie (serie de respaldo), de las cuales ninguna debe romperse para que el requisito se considere cumplido.
- b) La bola debe impactar sobre la probeta a una distancia no mayor a 25 mm de su centro geométrico; caso contrario el ensayo debe repetirse con una nueva muestra.

#### **5.2.2.7. Informe y registro de ensayo**

Para mantener la trazabilidad en los registros de los ensayos se utiliza un informe de ensayo, que según la Norma IRAM - AITA 1-H3-1, debe contener la siguiente información:

- a) tipo de vidrio de seguridad
- b) modo de obtención de la muestra

- c) espesor de la muestra
- d) tipo de bola utilizada
- e) temperatura de ensayo
- f) altura de caída libre, en mm, escalonados en 500 mm
- g) cantidad de muestras ensayadas
- h) identificación del responsable del ensayo.

Además, en dicho informe se deja registrado si el ensayo cumple con todos los requisitos para ser considerado satisfactorio.

### **5.3. Ensayos en vidrios de seguridad laminados.**

A continuación, se desarrollan los ensayos correspondientes a los vidrios de seguridad laminados dentro de la norma en estudio.

#### **5.3.1. IRAM - AITA 1H3 - 7 - Determinación de la resistencia al impacto con esfera.**

Como se mencionó con anterioridad, la Norma IRAM - AITA 1H3 - 7, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. Dentro de la cual, existen dos tipos de esferas posibles para la realización del ensayo. Una esfera de 227 gramos y otra esfera de 2260 gramos. El objeto del ensayo de la esfera de 227 gramos es evaluar la adherencia de la capa intercalar del vidrio laminado y la resistencia mecánica del vidrio templado. Mientras que, el objetivo del ensayo con esfera de 2260 gramos es evaluar la resistencia del vidrio laminado a la penetración de dicha esfera.

En este apartado en particular, se desarrolla el procedimiento correspondiente a los vidrios de seguridad laminados.

##### **5.3.1.1. Equipos necesarios para la realización del ensayo**

- a) Dispositivo de apoyo de la muestra

Véase apartado “5.2.2.1 Equipos necesarios para la realización del ensayo”.

- b) Dispositivo de caída libre

Es el destinado a retener la esfera de acero templado de 227 g  $\pm$  2 g de 38 mm de diámetro y la esfera de 2260 g  $\pm$  20 g de 82,5 mm de diámetro. Este dispositivo debe permitir ser accionado para soltar la esfera por efecto de la gravedad y regular la altura en rangos de 500 mm.

- c) Pistola laser
- d) Plomada
- e) Muestras a ensayar
- f) Pre-cámara

Cuenta con la propiedad de mantener la temperatura a 40 °C  $\pm$  2 °C de manera constante durante un tiempo prolongado.

- g) Freezer

Tiene la capacidad de llegar a -18 °C  $\pm$  2 °C de manera constante durante un tiempo prolongado.

- h) Balanza
- i) Destornillador

Utilizado para cambiar el soporte correspondiente a la bola de 227 g a la de 2260 g y viceversa.

- j) Pincel

Utilizado para limpiar la superficie de la muestra y de la goma de contacto, y además, para juntar los restos de los fragmentos a la hora de realizar la medición del peso.

- k) Cinta métrica de 50 metros
- l) Pirómetro

#### **5.3.1.2. Criterio de selección de muestras**

Cabe destacar que la selección de las muestras a ensayar viene dada de acuerdo a los requisitos estipulados en la norma IRAM-AITA 1H3 – 7:2015, en conjunto con la norma IRAM-AITA 1H3-1:1997.



En esta ocasión, el criterio de selección de muestras para el ensayo no interfiere con el índice de dificultad. No es así en lo que respecta a la cantidad, forma y dimensiones de las muestras a ensayar.

Para el caso de la esfera de 227 g, se deben tomar series de diez muestras cuadradas por cada temperatura de ensayo (- 18 °C y 40 °C) de 300 + 10 mm - 0 mm de lado, con un espesor igual al del vidrio dentro de la tolerancia especificada.

Para el caso de la esfera de 2260 g, se deben tomar series de seis muestras cuadradas de 300 + 10 mm - 0 mm de lado, con un espesor igual al del vidrio dentro de la tolerancia especificada.

Para ambos casos, el espesor del vidrio dentro de las tolerancias especificadas son los siguientes:

- a) 3.2 mm + PVB + 3 mm,
- b) y 2.1 mm + PVB + 2.1 mm.

El autor aclara que la explicación de los valores fue mencionada con anterioridad.

#### **5.3.1.3 Cronograma de realización de ensayo**

La siguiente metodología para la correcta selección de muestras a ensayar, explica el cronograma de realización de ensayo de fragmentación con el que se trabaja.

Para el caso de la esfera de 227 g, los ensayos se realizan con una periodicidad de tres meses para ambos espesores mencionados con anterioridad. Mientras que, para el caso de la esfera de 2260 g, los ensayos se realizan con una periodicidad de dos meses.

En ambas situaciones, se debe contar con una serie de respaldo en caso de que no se cumplan con las especificaciones requeridas para aprobar el ensayo. Las mismas deben ir conformes a las dimensiones correspondientes de espesor y a la temperatura de ensayo con las que se trabaje.

#### **5.3.1.4 Condiciones de ensayo**

Al trabajar con la esfera de 2260 g, las condiciones en el ensayo de las muestras son:

- a) Temperatura: 20 °C ± 5°C.

- b) Presión: 86 y 106 KPa.
- c) Humedad relativa:  $60 \pm 20\%$ .

Para el control de estos parámetros se utiliza el termómetro digital.

Para el caso de la esfera de 227 g, se debe exponer la probeta a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y de  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , durante 4 horas como mínimo, inmediatamente antes de empezar el ensayo. Cabe destacar que la empresa utiliza el freezer y la pre-cámara, junto con la pistola digital y el pirómetro para controlar que se cumpla con la temperatura antes mencionada.

El autor aclara que cada serie de 10 muestras a ensayar se expone únicamente a una de las temperaturas antes mencionadas. No se debe exponer una misma serie a ambas temperaturas.

#### **5.3.1.5 Procedimiento de ensayo**

Los pasos a seguir para la elaboración del ensayo de impacto con esfera para vidrios laminados son muy similares al procedimiento para vidrios templados explicados anteriormente. A pesar de ello se realizan las siguientes salvedades:

1. Preparación de las muestras a ensayar

Véase “5.2.2.5 Procedimiento de ensayo”.

2. Ejecución del dispositivo de caída libre

Véase “5.2.2.5 Procedimiento de ensayo”.

En relación a VSL, más específicamente para el caso de la esfera de 227 g, las muestras ensayadas deben satisfacer como mínimo los requisitos indicados en la tabla 5.8.

TABLA 5.8 - Altura mínima de caída y masa admisible de las astillas en función del espesor del vidrio.

<b>Espesor del vidrio (mm)</b>	<b>-18 °C, con altura de caída (mm)</b>	<b>-40 °C, con altura de caída (mm)</b>	<b>Masa máxima admisible de las astillas desprendidas (g)</b>
$e \leq 4.5$	8500 <sup>+25</sup> <sub>-0</sub> mm	9000 <sup>+25</sup> <sub>-0</sub> mm	12
$4.5 < e < 5.5$	9000 <sup>+25</sup> <sub>-0</sub> mm	10000 <sup>+25</sup> <sub>-0</sub> mm	15
$5.5 < e < 6.5$	9500 <sup>+25</sup> <sub>-0</sub> mm	11000 <sup>+25</sup> <sub>-0</sub> mm	20
$6.5 < e$	10000 <sup>+25</sup> <sub>-0</sub> mm	12000 <sup>+25</sup> <sub>-0</sub> mm	25

Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 parte 1 (1998).

El autor hace notar que en caso de no producirse fisuras en las láminas intermedias se pesan las astillas desprendidas del lado opuesto al punto de impacto de la esfera. Si existen fisuras no es necesario el pesaje. En caso de utilizar una altura mínima de caída de 10 m o 12 m, se mide dicho parámetro con una cinta métrica 50 m.

Para el caso de la esfera de 2260 g, la altura de caída mínima es de 4000 mm, independientemente del espesor.

### 3. Evaluación

Por último, se retira y evalúa la muestra ensayada. En dicho punto se analizan los aspectos explicados posteriormente en el apartado “5.3.1.6. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar”.

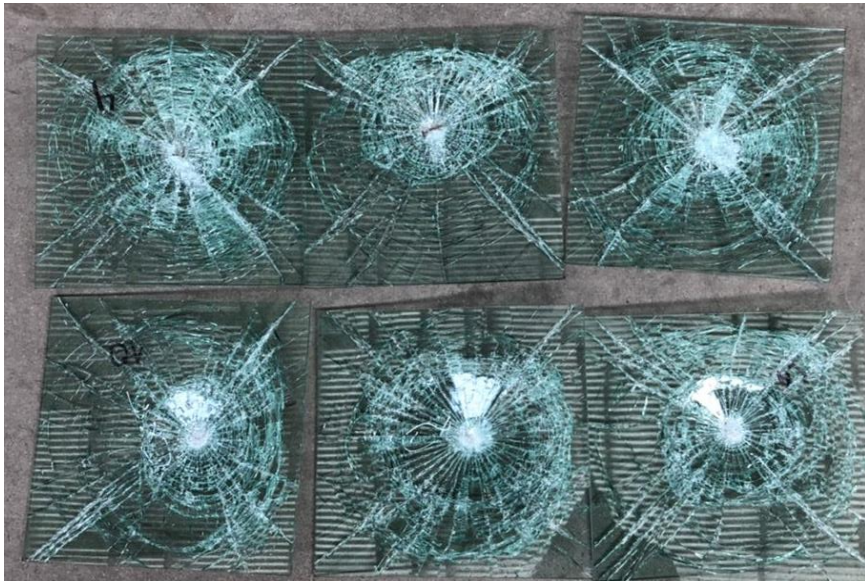


FIGURA 5.20 - Ejemplificación de muestra para ser evaluada, esfera 2260 g. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 5.21 - Ejemplificación de muestra para ser evaluada, esfera 227 g a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 5.22 - Ejemplificación de muestra para ser evaluada, esfera 227 g a 40 °C. Fuente: Elaboración propia.

#### **5.3.1.6. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar**

A continuación, se presentan los requisitos que debe satisfacer la probeta ensayada para aprobar el ensayo para el caso de la esfera de 227 g:

- a) De diez muestras, como máximo dos podrán ser atravesadas por la esfera, empleando una altura mínima de caída especificada. En el caso de que se rompan más de dos probetas debe repetirse el ensayo con diez muestras nuevas (serie de respaldo).
- b) Como se mencionó anteriormente, en caso de producirse fisuras en las láminas intermedias, no es necesario el pesaje de las astillas desprendidas del lado opuesto al punto de impacto de la esfera. Caso en el que no se produzcan fisuras, si se deben pesar las astillas, y dicho valor no deberá superar el máximo admisible en función del espesor del vidrio (véase tabla 5.8); si supera se deberá ensayar nuevamente con diez muestras nuevas (serie de respaldo).
- c) Si se combina una perforación con el máximo admisible de astillas, se deberá ensayar nuevamente con diez muestras nuevas (serie de respaldo).

El requisito que debe satisfacer la probeta ensayada para aprobar el ensayo en el caso de la esfera de 2260 g se explica a continuación:

- a) De las seis muestras, no podrá ser atravesada más que una, empleando una altura mínima de caída especificada (véase tabla 5.8). En el caso de que se rompan dos o más probetas debe repetirse el ensayo con seis muestras nuevas (serie de respaldo).

#### **5.3.1.7. Informe y registro de ensayo**

Para mantener la trazabilidad de los ensayos realizados, se utiliza un informe de ensayo, que según la Norma IRAM - AITA 1-H3-1, debe contener la siguiente información:

- a) tipo de vidrio de seguridad
- b) modo de obtención de la muestra
- c) espesor de la muestra
- d) tipo de bola utilizada
- e) temperatura de ensayo
- f) altura de caída libre, en mm, escalonados en 500 mm
- g) cantidad de muestras ensayadas
- h) identificación del responsable del ensayo.

Además, en dicho informe se deja registrado si el ensayo cumple con todos los requisitos para ser considerado satisfactorio.

#### **5.3.2. IRAM - AITA 1H3 - 4- Determinación de la distorsión óptica.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 4, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método de obtención de la distorsión óptica de los vidrios de seguridad automotores laminados. Cuyo fin es determinar que las deformaciones de los objetos observados a través del parabrisas no alcanzan proporciones que puedan confundir al conductor.

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 4 define al desvío óptico angular, a la distorsión óptica en una dirección y a la distorsión óptica en un punto como:

- **Desvío óptico angular:** *“Ángulo que forma la dirección aparente con la dirección verdadera de un punto observado a través del vidrio de seguridad”.*

El valor de la desviación es función del ángulo de incidencia del rayo luminoso, del espesor e inclinación del vidrio en relación con la dirección de observación, del ángulo de cuña en el punto de incidencia y del índice de refracción del vidrio.

- **Distorsión óptica en una dirección MM' ( $\Delta\alpha$ ):** “Diferencia algebraica ( $\Delta\alpha$ ) entre los desvíos ópticos angulares medido por los puntos M y M' de la superficie del vidrio y distantes uno del otro, de modo que sus proyecciones en un plano normal a la dirección de observación disten un valor fijo  $\Delta x$ ”. (véase Figura N°: 5.5).

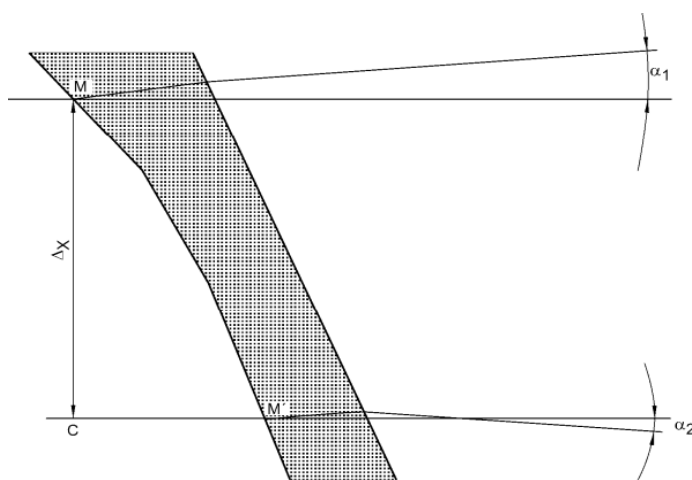


FIGURA 5.23 - Representación de la distorsión óptica en una zona (M y M'). Fuente: IRAM - AITA 1-H3-4 (2014).

Siendo,

$\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$  es la distorsión óptica en la dirección M y M' (en Figura N°: 5.5).

$\Delta x$  = distancia entre las dos rectas paralelas a la dirección de observación, que pasan por los puntos M y M' ( $\Delta x = MC$ ).

- **Distorsión óptica en un punto M:** “Distorsión óptica máxima considerando todas las direcciones MM' a partir del punto M”. (véase Figura N°: 5.5).

### 5.3.2.1. Equipos para el ensayo

A continuación, se presentan los equipos requeridos para la realización del ensayo según la norma IRAM-AITA 1-H3 – 4:2014.

### a) Proyector

Dispositivo utilizado para proyectar la imagen sobre la pantalla correspondiente. Su fuente luminosa debe tener las características siguientes:

- i) Distancia focal mínima: 90 mm.
- ii) Relación de apertura: Aproximadamente 1/2,5.
- iii) Lámpara halógena de cuarzo de 150 W.

El dispositivo de proyección se representa esquemáticamente en la Figura N°: 5.6. Para que la proyección se realice según los parámetros mencionados posteriormente dentro del capítulo, dentro del proyector se debe colocar un diafragma de 8 mm de diámetro a unos 10 mm de la lente del objetivo.

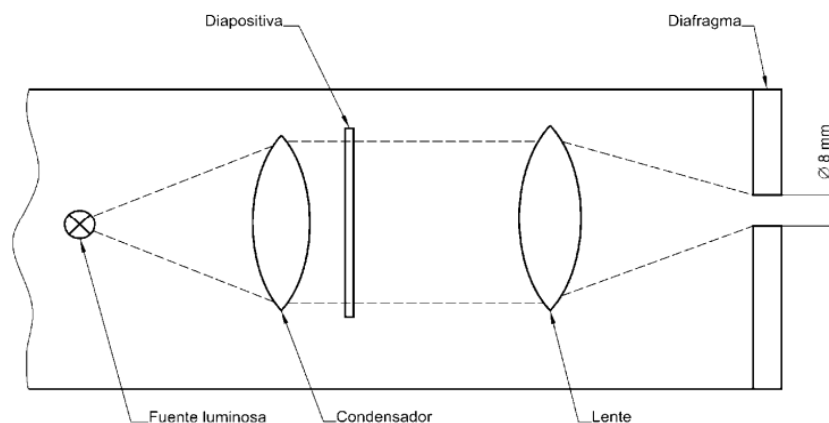


FIGURA 5.24 - Representación de la disposición óptica y elementos del proyector. Fuente: IRAM - AITA 1-H3-4 (2014).

### b) Dispositiva

Formada por una red de círculos luminosos sobre fondo oscuro (véase Figura 5.7). Las diapositivas deben ser de alta calidad y bien contrastadas para permitir la realización de medidas con un error inferior al 5 %. Proyectándose sin el vidrio de seguridad, las dimensiones de los círculos deben ser tales que formen sobre la pantalla una red de círculos de diámetro "D". Cabe destacar que la fórmula presentada a continuación fue extraída de la Norma IRAM - AITA 1-H3-4.

$$D = [(R_1 + R_2) / R_1] * \Delta x$$



Siendo:  $\Delta x = 4 \text{ mm}$ ;  $R_1 = 4 \text{ m}$ ;  $R_2 = 4 \text{ m}$ ;

Entonces

$$D = [(R_1 + R_2) / R_1] * \Delta x$$

$$D = [(4 + 4) / 4] * 4$$

$$D = 8 \text{ mm}$$

$$3 * D = 24 \text{ mm}$$

R1: distancia del proyector al vidrio de seguridad.

R2: distancia del vidrio de seguridad a la pantalla de proyección.

A continuación, se presenta una representación de la dispositiva de proyección:

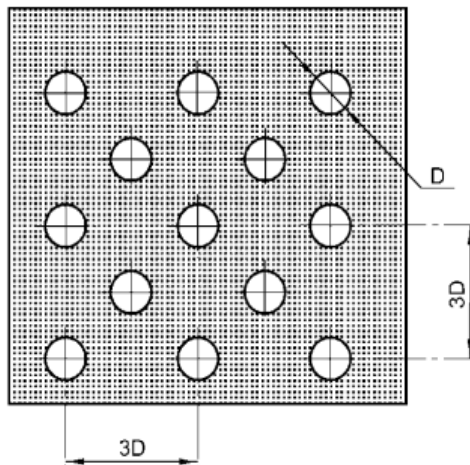


FIGURA 5.25 - Representación de una porción de la dispositiva de proyección. Fuente: IRAM - AITA 1-H3-4 (2014).

### c) Soporte para vidrio de seguridad

Dispositivo que permite efectuar desplazamientos en las direcciones vertical y horizontal, así como una inclinación del vidrio de seguridad. A continuación, se presenta el soporte utilizado por la empresa en estudio:



FIGURA 5.26 - Soporte para vidrio de seguridad. Fuente: Elaboración propia.

d) Plantilla de control - Calibre de máximo y mínimo

Dispositivo utilizado para medir la modificación de las dimensiones cuando se requiera una estimación rápida. En la Figura N°: 5.8 se representa una forma apropiada.

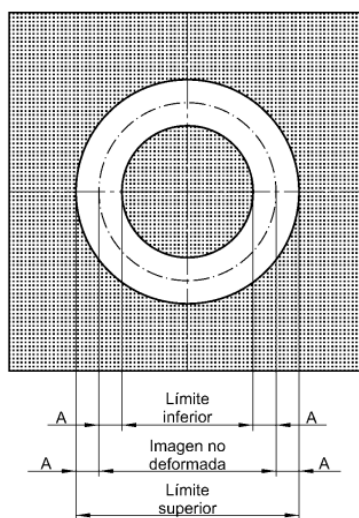


FIGURA 5.27 - Representación de una plantilla de control. Fuente: IRAM - AITA 1-H3-4 (2014).

El autor aclara que las medidas específicas del calibre máximo y mínimo se detallan posteriormente dentro de este capítulo.

- e) Pantalla normal para proyección
- f) Piezas acabadas (vidrio parabrisas) para ensayo
- g) Transportador magnético
- h) Base de altura regulable

Se utiliza para regular la altura en donde se coloca el proyector.



FIGURA 5.28 - Base de altura regulable. Fuente: Elaboración propia.

### **5.3.2.2. Criterio de selección de muestras**

Cabe destacar que la selección de las muestras a ensayar viene dada de acuerdo a los requisitos estipulados en la norma IRAM-AITA 1-H3 – 4:2014, en conjunto con la norma IRAM-AITA 1-H3-1:1997.

Uno de los criterios para seleccionar las piezas a ensayar dentro de la Norma IRAM - AITA 1-H3 - 1 es el índice de dificultad. Al igual que en ensayos anteriores, se hace una salvedad en relación a este término.

El principal aspecto a tener en cuenta a la hora de seleccionar las muestras es la superficie de las mismas. Es por ello que se trabaja con cuatro vidrios de cada tipo homologado para los ensayos de distorsión óptica. Es decir, cuatro vidrios de parabrisas de mayor superficie y cuatro de menor superficie para cada categoría de espesor (3.2 mm + PVB + 3 mm; y 2.1 mm + PVB + 2.1 mm).

### **5.3.2.3. Cronograma de realización de ensayo**

La siguiente metodología para la correcta selección de muestras a ensayar, explica el cronograma de realización de ensayo de distorsión óptica con el que se trabaja.

Como se mencionó anteriormente, el aspecto a tener en cuenta para la selección de muestras es el tamaño de la superficie del parabrisas. Por este motivo, la periodicidad con la que se realizan los ensayos es mensual, pero intercalando muestras de mayor y menor superficie. En otras palabras, en un primer mes se trabajan con todas las series de muestras de mayor superficie, y al mes siguiente se trabajan con las series de muestras de menor superficie.

Los ensayos se realizan sobre una serie de cuatro muestras de mayor superficie y menor superficie con espesor 3.2 mm + PVB + 3 mm, y una serie de cuatro muestras de mayor superficie y menor superficie con espesor 2.1 mm + PVB + 2.1 mm.

Si en alguno de los cuatro casos, no se cumple con los requerimientos necesarios para aprobar el ensayo (mencionados posteriormente dentro de este capítulo), se cuenta con otra serie de cuatro muestras de igual espesor, para volver a realizarlo (denominada como “serie de respaldo”).

A partir de un listado, otorgado por la empresa Templados Centro SRL, que contiene información específica sobre los parabrisas producidos en la misma, el autor junto con personal de la empresa seleccionaron los siguientes modelos más representativos, según categoría de espesor y dimensiones:

a) Espesor 4.96 (2.1 + 0.76 + 2.1):

Mayor superficie: A3219300LV - PSAS LAM.VDE C/SENSOR PEUGEOT 308 / 408

Menor superficie: A1610300LV - PSAS LAM VDE S/AG. FIAT 147

b) Espesor 6.96 (3 + 0.76 + 3.2):

Mayor superficie: A1641300LV - PSAS LAM DDE. IVECO STRALIS HI WAY 2017

Menor superficie: A4212300LD - PSAS LAM.DEG. VOLKSWAGEN CAMION 98

El autor destaca que, en caso de que el encargado de calidad así lo disponga, se puede seleccionar otra muestra que no pertenezca al listado de los modelos más representativos, con el objetivo de analizar y verificar la distorsión óptica de otras piezas.

A su vez, el autor hace notar que, en el mes correspondiente, las muestras seleccionadas para la realización de dicho ensayo, son las que luego se van a utilizar para los ensayos de imagen secundaria y de impacto con cabeza phantom (ambos explicados y desarrollados posteriormente dentro de este capítulo).

#### 5.3.2.4. Procedimiento para la realización del ensayo

Los pasos a seguir para la elaboración del ensayo de distorsión óptica son los siguientes:

1. Corroboración de tolerancias especificadas.

En una primera instancia, se corrobora que el diámetro de la circunferencia de la proyección de la diapositiva que impacta sobre la pantalla proyectada (sin la intervención del parabrisa), sea de un valor de Diámetro = 8 mm. Dicha medida fue explicada anteriormente en la sección “5.3.1. Equipos para el ensayo - b) Dispositiva”. Para ello, se apagan las luces del laboratorio, se enciende el proyector y se procede a realizar la medición mediante la utilización del patrón de comparación adjunto a continuación.



FIGURA 5.29 - Pantalla proyectada sin la intervención del parabrisas. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 5.30 - Patrón de comparación (D = 8 mm) utilizado por la empresa Templados Centro SRL. Fuente: Elaboración propia.

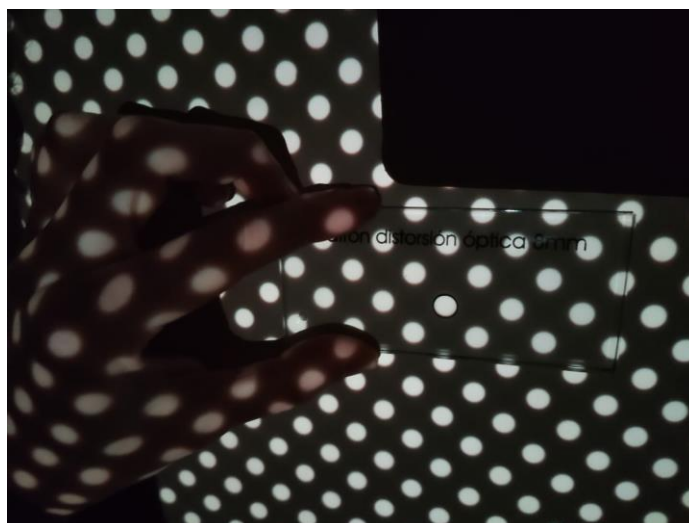


FIGURA 5.31 - Corroboración de la pantalla proyectada sin la intervención del parabrisas. Fuente: Elaboración propia.

## 2. Colocación del vidrio sobre soporte

Se coloca el vidrio de seguridad sobre el soporte con el ángulo de inclinación especificado según el fabricante del vehículo en la posición correcta de ensayo (Véase en Figura N°:5.9). En caso de no se disponer del valor del ángulo de inclinación se lo mide en un vehículo ubicado sobre una superficie plana, considerando un conductor con una masa de 75 kg, mediante la utilización del transportador magnético.



FIGURA 5.32 - Colocación de parabrisas sobre soporte con ángulo de inclinación correspondiente. Fuente: Elaboración propia.

### 3. Colocación de la diapositiva y ejecución de la proyección

Se coloca la diapositiva con las tolerancias especificadas anteriormente en la sección “5.3.1. Equipos para el ensayo - b) Dispositiva”. La cual debe proyectarse a través del parabrisas, en la zona que se debe examinar.

En este punto, se desplaza el vidrio de seguridad en sentido horizontal y vertical, con el fin de que quede centrado y se pueda examinar toda la superficie especificada.

A continuación, se presenta la figura N°:5.10 para ilustrar la disposición del equipo de ensayo de distorsión óptica:

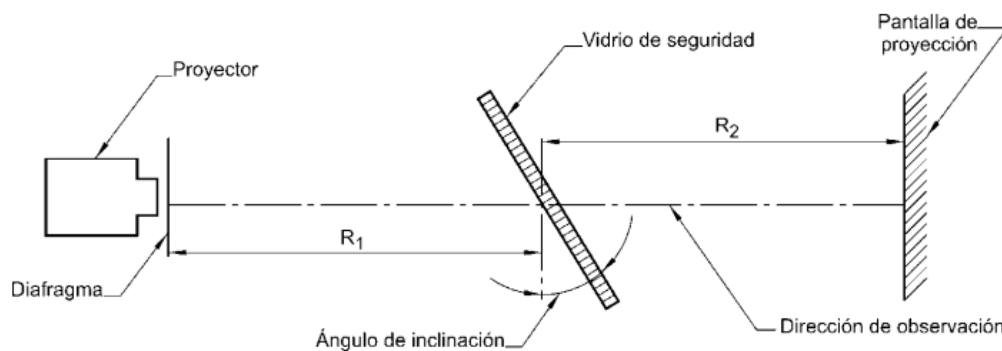


FIGURA 5.33 - Disposición del equipo para el ensayo de distorsión óptica. Fuente: Elaboración propia.

Notar que el valor de  $R_1$  y  $R_2$  es de 4 m y que el centro del parabrisas en análisis debe coincidir con la altura del proyector, por lo que se lo debe colocar sobre una base de altura regulable.

Una vez que el parabrisas fue ubicado correctamente, se procede a apagar las luces del laboratorio y encender el proyector. De esta manera, sobre la pantalla proyectada se podrá observar y analizar las distorsiones buscadas.

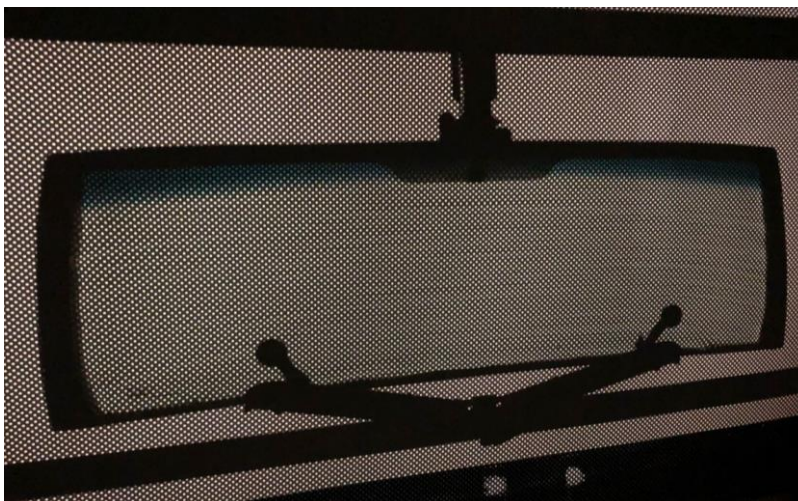


FIGURA 5.34 - Parabrisas proyectado sobre pantalla. Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Evaluación

Para evaluar la distorsión óptica, se emplea el calibre máximo y mínimo específico para el ensayo sobre la pantalla proyectada, en las zonas de análisis (A y B - explicadas a continuación). Luego se obtienen y analizan los resultados obtenidos con el método de pasa – no pasa.

La zona A hace referencia al sector delimitado por la visión del conductor, por lo que se considera la zona más crítica del análisis del ensayo. Mientras que, la zona de ensayo B representa al resto del parabrisas. En ambos casos se debe respetar las tolerancias especificadas en la siguiente sección.



FIGURA 5.35 - Patrón de comparación de Zona A. Fuente: Elaboración propia.



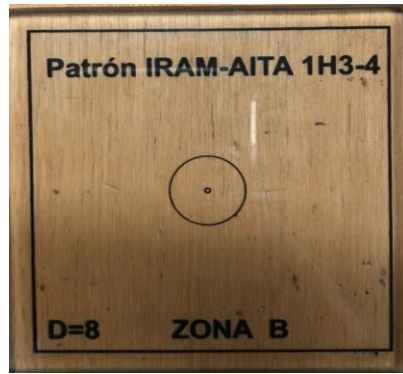


FIGURA 5.36 - Patrón de comparación de Zona B. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 5.37 - Verificación de deformación en Zona A. Fuente: Elaboración propia.

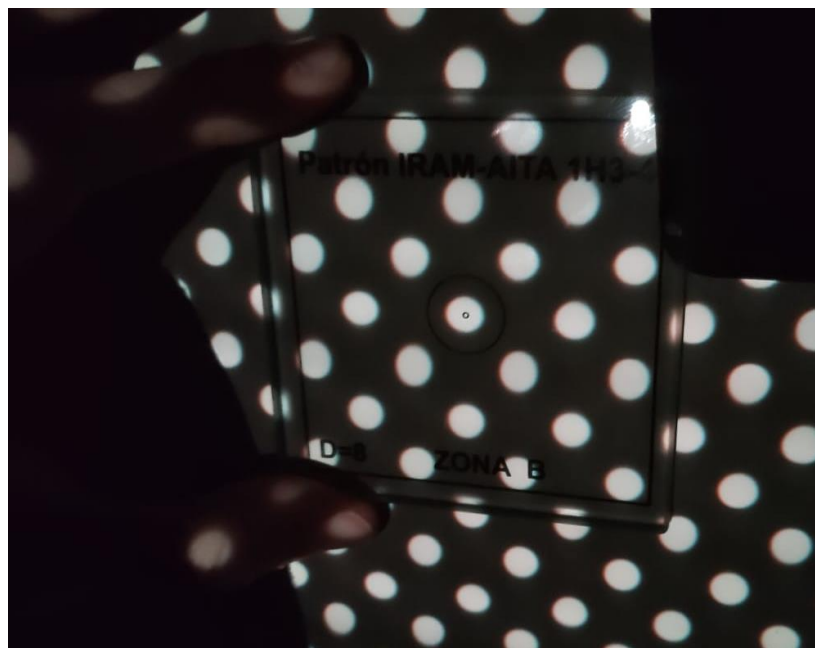


FIGURA 5.38 - Verificación de deformación en Zona B. Fuente: Elaboración propia.

En este punto, se analizan los aspectos explicados a continuación en la sección “5.3.2.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar”.

### 5.3.2.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar

A continuación, se presentan los requisitos que debe satisfacer la pieza ensayada para aprobar el ensayo, según la Norma IRAM - AITA 1-H3 -1:

- Se permite una tolerancia de hasta 6' (seis minutos) para todas las partes de la zona A situada a menos de 100 mm de los bordes del parabrisas.
- En la zona B se toleran ligeros desvíos con respecto a las prescripciones en el caso de que sean localizados y que se mencionen en el certificado/informe del ensayo.

Es decir, que se permiten ligeros desvíos en ciertos sectores del parabrisas que no alteran la visión del conductor (Por ejemplo, sobre los bordes del mismo), siempre y cuando, dichas alteraciones se registren en el informe del ensayo.

- El ensayo se considera aprobado cuando en las cuatro piezas ensayadas, la distorsión óptica, en cada zona, no supera los valores máximos establecidos en el cuadro que se presenta a continuación; y, cuando la distorsión óptica, en cada zona, se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por el calibre máximo y mínimo con el método pasa – no pasa.

Caso contrario se debe realizar el ensayo nuevamente con la serie de muestras de respaldo.

TABLA 5.9 - Distorsión óptica máxima.

Zonas	Valores máximos de la distorsión óptica
A*	2' de arco
B**	6' de arco

Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 parte 1 (1998).

### 5.3.2.6. Informe y registro de ensayo

Para mantener la trazabilidad en los registros de los ensayos se utiliza un informe de ensayo, que según la Norma IRAM - AITA 1-H3-1, debe contener la siguiente información:

- a) tipo de vidrio de seguridad
- b) espesor de la pieza, en milímetros
- c) cantidad de piezas ensayadas
- d) resultados obtenidos
- e) identificación del responsable del ensayo.

Además, en dicho informe se deja registrado si el ensayo cumple con todos los requisitos para ser considerado satisfactorio. En la parte de atrás del informe, se coloca un rótulo con la fecha de realización, el modelo de parabrisas que intervino en el proceso y la trazabilidad de los materiales usados para su fabricación (láminas de vidrios y PVB).

### 5.3.2.7. Obtención de medidas de calibre máximo y mínimo.

A continuación, se presenta un instructivo de cómo se obtuvieron los valores referidos a los calibres de control utilizados en el ensayo. Las fórmulas utilizadas para los cálculos fueron extraídas de la Norma IRAM - AITA 1-H3-1.

Para una precisión del orden del 20%, el valor A (Figura 5.8) se calcula a partir del valor límite  $\Delta\alpha_L$  de la variación de desviación (distorsión máxima, adjunto en tabla 12), y a partir del valor R<sub>2</sub> que es la distancia entre el vidrio de seguridad y la pantalla de proyección, como se indica a continuación:

$$A = 0,145 \Delta\alpha_L \cdot R_2$$

Según la tabla 12, los valores de la distorsión máxima son de 2´ para la zona A y de 6´ para la zona B. Para ambas zonas, el valor de R<sub>2</sub> es de 4 metros. A partir de estos valores, y reemplazando en la fórmula adjunta anteriormente se obtienen los siguientes resultados:

Para el caso de la Zona A,

$$A = 0,145 \Delta\alpha_L \cdot R_2 = 0,145 \times 2 \times 4 = 1,16 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 8 \pm 2xA$$

$$\varnothing_i = 8 - 2 \times 1,16 = 5,68 \text{ mm}$$

$$\varnothing_s = 8 + 2 \times 1,16 = 10,32 \text{ mm}$$

Mientras que, para el caso de la Zona B,

$$A = 0,145 \times 6 \times 4 = 3,48 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 8 \pm 2xA$$

$$\varnothing_i = 8 - 2 \times 1,16 = 1,04 \text{ mm}$$

$$\varnothing_s = 8 + 2 \times 1,16 = 14,96 \text{ mm}$$

Siendo  $\varnothing_i$  = diámetro interno del calibre de control;  $\varnothing_s$  = diámetro externo del calibre de control.

### **5.3.3. IRAM - AITA 1H3 - 6 - Determinación de la resistencia al impacto con “Phantom”.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 6, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método para la determinación del comportamiento de los vidrios laminados de seguridad automotores cuando se someten al impacto de un muñeco macizo no puntiagudo.

El ensayo se lleva a cabo sobre dos tipos de muestras: muestras planas y parabrisas. A continuación, se explica el procedimiento, los equipos utilizados y la interpretación de los resultados para cada uno de los tipos mencionados.

#### **5.3.3.1. Equipos para el ensayo.**

A continuación, se presentan los equipos requeridos para la realización del ensayo según la norma IRAM-AITA 1H3 – 6:2014.

##### a) Muñeco para el ensayo

Bloque de madera, de forma esférica o semiesférica, que representa una cabeza humana con un radio de curvatura de 95  $\pm$  1 mm, acompañado por una pieza intermedia de aproximadamente 70 mm de altura, la cual representa el cuello de la persona. A su vez, debe estar fijo a un travesaño de madera, que representan los

hombros, junto con una barra de retención de aproximadamente 500 mm de largo y de 100 mm de espesor.

La masa del phantom es de  $10 \pm 0.2$  kg, y la mitad inferior de la parte esférica debe ir cubierta con un fieltro de 5 mm a 8 mm de espesor. Las dimensiones se indican en la siguiente figura.

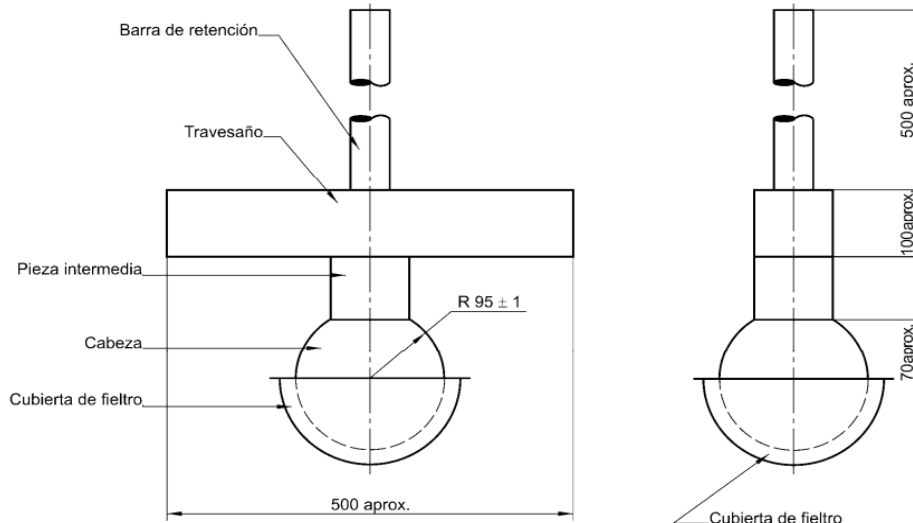


FIGURA 5.39 - Muñeco para ensayo. Fuente: Norma IRAM - AITA.

#### b) Dispositivo de caída libre

Utilizado para retener y soltar la cabeza. Permite la exacta regulación de la altura de caída y posibilita que el phantom, debidamente equilibrado, caiga perpendicularmente sin impulso (únicamente aceleración de la gravedad). El autor aclara que dicho dispositivo es el que se utiliza en los ensayos con esfera de 227 g y 2260 g, explicado con anterioridad.

#### c) Dispositivo de fijación (muestras planas)

El apoyo y marco soporte de la muestra se componen de dos cuadros de acero de bordes mecanizados, con caras horizontales de 50 mm de ancho, encimables y ajustables entre sí. Provistos de guarniciones de elastómero de un espesor aproximado de 3 mm y de  $15 \pm 1$  mm de ancho y de dureza shore A-2 = 70. De esta manera los bordes internos de las guarniciones coinciden con los bordes internos de los cuadros.

El marco superior se debe apretar contra el interior por medio de, como mínimo, ocho tornillos M20 con un apriete de 30 Nm (de modo ilustrativo). Tres tornillos en cada lado mayor del cuadro, y uno en cada lado menor. Este dispositivo puede observarse en la siguiente figura.

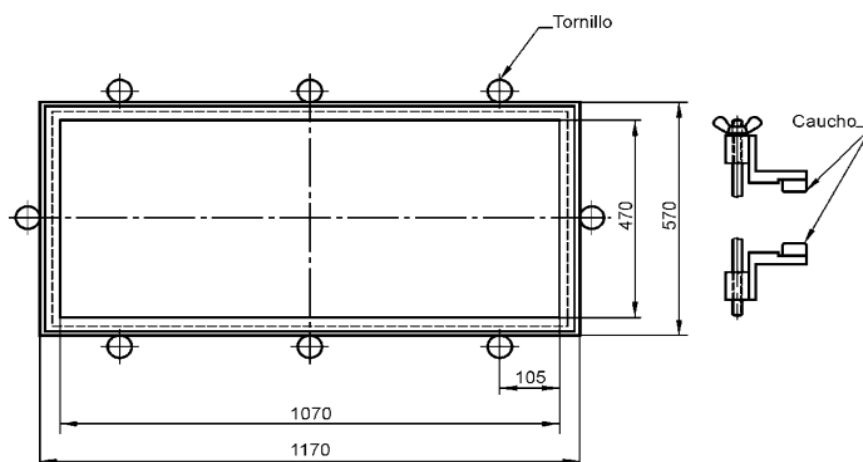


FIGURA 5.40 - Dispositivo de fijación de muestra. Fuente: Norma IRAM - AITA.

d) Dispositivo de apoyo para vidrios de parabrisas laminados

Debe ser rígido y correspondiente a la forma del parabrisas de modo que la cabeza phantom toque el vidrio en la parte interna. Está compuesto por una cuna de apoyo cuyo centro geométrico se encuentra a una altura de como mínimo 250 mm; el ancho de contacto sobre todo el perímetro debe ser de  $15 \pm 1$  mm y se reviste con una goma de dureza Shore A-2 = 70 y 3 mm de espesor.

El dispositivo se apoya rígidamente con solo la interposición de una lámina de caucho de dureza A-2 = 70 y 3 mm de espesor.

- e) Termómetro digital
- f) Cinta métrica
- g) Muestras planas y parabrisas para ensayar.

### 5.3.3.2. Criterio de selección de muestras.

Cabe destacar que la selección de las muestras a ensayar viene dada de acuerdo a los requisitos estipulados en la norma IRAM-AITA 1H3 – 6:2014, en conjunto con la norma IRAM-AITA 1H3-1:1997.

Para este tipo de ensayo, el criterio de selección de muestras no interfiere con el índice de dificultad; si se involucra la cantidad, forma y dimensiones de las muestras a ensayar. Para el caso del ensayo sobre muestras planas, se debe realizar una muestra de seis piezas rectangulares de 1100 (+5 - 2) mm por 500 (+5 - 2) mm y espesor igual al espesor del vidrio dentro de la tolerancia especificada (3.2 mm + PVB + 3 mm; y 2.1 mm + PVB + 2.1 mm).

Para el caso del ensayo sobre parabrisas, se deben realizar cuatro vidrios de parabrisas de mayor superficie y cuatro vidrios de parabrisas de menor superficie para cada categoría de espesor (3.2 mm + PVB + 3 mm; y 2.1 mm + PVB + 2.1 mm).

En relación a la altura mínima de caída, específicamente para el caso del ensayo sobre muestras planas, tiene un valor de 4000 +- 25 mm, independientemente del espesor a utilizar. Para el caso del ensayo sobre parabrisas, la altura mínima de caída es de 1500 +- 5 mm, independientemente del espesor a utilizar.

#### **5.3.3.3. Condiciones de ensayo.**

Antes del ensayo, las muestras deben ser acondicionadas a una temperatura constante de 20°C ± 5°C durante 4 horas como mínimo. Para controlar dicho parámetro, se utiliza un termómetro digital. A su vez, se controla que la presión se encuentre entre 86 kPa a 106 kPa, y la humedad relativa entre 60 ± 20 %.

#### **5.3.3.4. Cronograma de realización de ensayo.**

La siguiente metodología para la correcta selección de muestras a ensayar, explica el cronograma de realización de ensayo de impacto con cabeza phantom con el que se trabaja.

Los ensayos sobre muestras planas se realizan sobre una serie de seis muestras con espesor 3.2 mm + PVB + 3 mm y espesor 2.1 mm + PVB + 2.1 mm, ambas con una periodicidad de tres meses.

Los ensayos sobre parabrisas se realizan sobre una serie de cuatro muestras de mayor superficie con espesor 3.2 mm + PVB + 3 mm, y espesor 2.1 mm + PVB + 2.1 mm. Además, se realizan una serie de cuatro muestras de menor superficie con espesor 3.2 mm + PVB + 3 mm, y espesor 2.1 mm + PVB + 2.1 mm. La periodicidad con que se realizan los ensayos es mensual pero intercalada, es decir en un primer

mes se trabajan con todas las series de muestras de mayor superficie, y al mes siguiente se trabajan con las series de muestras de menor superficie.

Para todos los casos, se debe contar con otra serie de muestras del mismo espesor para el caso en el que no se cumpla con los requerimientos necesarios para aprobar el ensayo (serie de respaldo).

Los modelos seleccionados dentro de la empresa Templados Centro SRL para la realización del ensayo, según categoría de espesor y dimensiones fueron mencionados con anterioridad en la sección "5.3.2.3. Cronograma de realización de ensayo" dentro del ensayo de distorsión óptica". Debido a esto, el autor aclara que en el mes correspondiente, las muestras seleccionadas para la realización de dicho ensayo, son las que se van a utilizar para los ensayos de imagen secundaria y de distorsión óptica.

#### **5.3.3.5. Procedimiento.**

Los pasos a seguir para la elaboración del ensayo de impacto con esfera phantom son los siguientes:

##### **1. Preparación de las muestras a ensayar**

Se acondiciona la muestra a la temperatura especificada en el apartado "5.3.3.3. Condiciones de ensayo", y se controlan dichos parámetros mediante el termómetro digital.

##### **2. Preparación de la altura mínima de caída**

Se coloca la muestra sobre el dispositivo de apoyo correspondiente, a la altura especificada en la norma IRAM-AITA 1H3 – PARTE 1, la cual se menciona en el apartado "5.3.3.2. Criterio de selección de muestras".

El autor aclara que, en el ensayo sobre muestras planas, las probetas deben colocarse en el dispositivo de fijación con la cara exterior del lado del impacto de la cabeza phantom. Por otra parte, se debe ajustar la muestra sobre el soporte superior con los tornillos correspondientes (mencionado anteriormente en sección "5.3.3.1. Equipos para el ensayo"). Dicho aspecto puede observarse en la siguiente imagen.





FIGURA 5.41 - Colocación de muestra plana sobre dispositivo de fijación. Fuente: Elaboración propia.

Mientras que, los parabrisas deben ir apoyados directamente sobre el dispositivo de apoyo con la cara interior del vidrio de seguridad montado en el vehículo, como se observa en la siguiente imagen.



FIGURA 5.42 - Colocación de parabrisas sobre dispositivo de apoyo. Fuente: Elaboración propia.

### 3. Ejecución de dispositivo de caída libre

Centrar la cabeza phantom de modo que impacte en el centro geométrico de la pieza a ensayar. Para ello se hace coincidir las líneas guías pintadas en la superficie con las marcas centrales del dispositivo de apoyo.

Accionar el dispositivo de caída libre y dejar caer la cabeza phantom sobre la muestra o el parabrisas correspondiente.



FIGURA 5.43 – Cabeza phantom en posición para ser accionada. Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Evaluación

Por último, se debe retirar y evaluar la muestra ensayada. Para esto se utiliza la cinta métrica en los aspectos explicados posteriormente en el apartado que se presenta a continuación.



FIGURA 5.44 - Parabrisas luego de ser impactado por cabeza phantom. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 5.45 - Parabrisas luego de ser impactado por cabeza phantom - Imagen ampliada. Fuente: Elaboración propia.

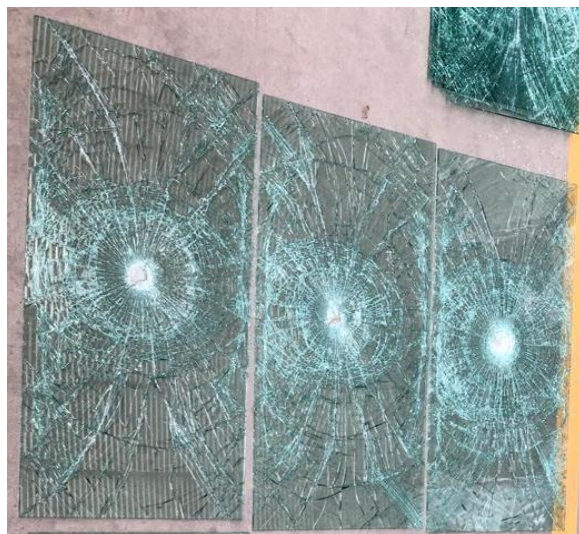


FIGURA 5.46 - Muestra plana luego de ser impactada por cabeza phantom. Fuente: Elaboración propia.

#### **5.3.3.6. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar.**

Se presentan los requisitos a satisfacer tanto para el ensayo con muestra plana, como con parabrisas:

- a) Cada 12 ensayos hay que reemplazar la superficie de impacto de la garnición de fieltro.
- b) Debe controlarse si algún borde del vidrio en el dispositivo de fijación se movió horizontalmente más que 2 mm, si esto ocurre se debe realizar nuevamente el ensayo.
- c) La cabeza phantom debe impactar a una distancia no mayor a 40 mm de su centro geométrico, caso contrario el ensayo debe repetirse con una nueva muestra.

A continuación, se presentan los requisitos a satisfacer para el ensayo con muestra plana:

- a) En el ensayo deben producirse numerosas fisuras radiales y circulares, las cuales, dentro de lo posible, deberán llegar hasta las proximidades del punto central de impacto. Caso contrario, se debe realizar nuevamente el ensayo.
- b) No debe producirse el desprendimiento total de astillas de gran tamaño. Caso contrario, se deberá realizar nuevamente el ensayo.

- c) En caso de ser atravesada una de las muestras, se repetirá el ensayo con una serie nueva de muestras (serie de respaldo).

A continuación, se presentan los requisitos a satisfacer para el ensayo con parabrisas:

- a) El vidrio del parabrisas debe quebrar presentando numerosas fisuras circulares y radiales con centro en el punto de impacto;
- b) Las fisuras más próximas deben estar situadas, como máximo a 80 mm del punto de impacto;

Dicho aspecto se representa en la siguiente imagen.



FIGURA 5.47 - Fisura de parabrisas por debajo de los 80 mm del punto de impacto. Fuente: Elaboración propia.

- c) Se admiten una o varias despegaduras de un ancho menor que 4 mm de cada lado de la fisura, en un círculo de 60 mm de diámetro con centro en el punto de impacto, del lado del impacto.
- d) No se admiten cortes en la lámina intermedia mayores a 35 mm.

En caso de que una de las condiciones anteriores no fuera satisfecha se debe repetir el ensayo con la serie de respaldo.

### 5.3.3.7. Informe y registro de ensayo

Para mantener la trazabilidad en los registros de los ensayos se utiliza un informe de ensayo, que según la Norma IRAM - AITA 1-H3-1, debe contener la siguiente información:

- a) modo de obtención de la muestra
- b) espesor de la muestra, con precisión de 0,1mm
- c) altura de caída redondeada en 100mm
- d) cantidad de muestras ensayadas
- e) identificación del responsable del ensayo.

Además, en dicho informe se deja registrado si el ensayo cumple con todos los requisitos para ser considerado satisfactorio.

Al igual que en el ensayo de distorsión óptica, en la parte de atrás del informe, se coloca un rótulo con la fecha de realización, el modelo de parabrisas que intervino en el proceso y la trazabilidad de los materiales usados para su fabricación (láminas de vidrios y PVB). El mismo se presenta a continuación:



FIGURA 5.48 - Rótulo de seguimiento de trazabilidad para parabrisas. Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 5.49 - Rótulo de seguimiento de trazabilidad para muestras planas. Fuente: Elaboración propia.

#### **5.3.4. IRAM - AITA 1H3 - 8- Determinación de la resistencia a la alta temperatura.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 8, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método para la determinación de la resistencia a la alta temperatura de los vidrios de seguridad de vehículos automotores. Se aplica únicamente a vidrios de seguridad laminados.

##### **5.3.4.1. Equipos para el ensayo.**

A continuación, se presentan los equipos requeridos para la realización del ensayo según la norma IRAM-AITA 1H3 – 8:2014.

##### a) Cuba

La cuba debe estar llena de agua y equipada con un dispositivo para calentar el agua hasta su temperatura de ebullición.



FIGURA 5.50 - Dispositivo para calentar cuba. Fuente: Elaboración propia.

b) Muestras para ensayar

#### **5.3.4.2. Criterio de selección de muestras.**

Cabe destacar que la selección de las muestras a ensayar viene dada de acuerdo a los requisitos estipulados en la norma IRAM-AITA 1H3 – 8:2014, en conjunto con la norma IRAM-AITA 1H3-1:1997.

Uno de los requisitos que intervienen sobre este tipo de ensayo es el referido al mencionado índice de dificultad. Como se explicó para ensayos anteriores, en la empresa Templados Centro SRL la coloración de la lámina intermedia es únicamente verde, por lo que hacer una valoración para este criterio no tendría sentido.

Se deben ensayar dos series de muestras de tres probetas cuadradas de 300 mm + 10 mm - 0 mm de lado, por cada categoría de espesor (3.2 mm + PVB + 3 mm; 2.1 mm + PVB + 2.1 mm).

El autor aclara que las muestras deben ser extraídas de tres vidrios de parabrisas, teniendo como uno de los lados el canto superior del mismo. Es decir que uno de los bordes de las muestras extraídas debe ser original del vidrio del parabrisas (borde



superior del vidrio, no cortado). Mientras que el resto de los bordes si deben ser cortados.

#### **5.3.4.3. Cronograma de realización de ensayo.**

La siguiente metodología para la correcta selección de muestras a ensayar, explica el cronograma de realización de ensayo de resistencia a la alta temperatura con el que se trabaja.

Los ensayos se deben realizar sobre una serie de tres probetas cuadradas, con espesor de 3.2 mm + PVB + 3 mm y; espesor 2.1 mm + PVB + 2.1 mm; ambos con una periodicidad de tres meses.

En caso de que no se cumpla con los requerimientos necesarios para aprobar el ensayo, se debe contar con otra serie de tres muestras del mismo espesor (series de respaldo) para volver a ensayar.

#### **5.3.4.4. Procedimiento.**

Los pasos a seguir para la elaboración del ensayo en estudio son lo siguientes:

##### **1. Calentar probetas y dejar enfriar**

Una vez elaboradas las probetas con las especificaciones antes mencionadas, se colocan dentro de la olla junto con la suficiente cantidad de agua como para que queden sumergidas en su totalidad.

Se enciende la hornalla y se calientan las muestras hasta llegar a la temperatura de ebullición (100 °C) durante 2 horas como mínimo. Luego, se extraen las muestras ensayadas y se las dejan enfriar hasta llegar a la temperatura ambiente.

##### **2. Evaluación**

Por último, se evalúa la muestra ensayada. En dicho punto se analizan los aspectos explicados posteriormente en el apartado que sigue a continuación.



FIGURA 5.51 - Muestras luego de ser ensayadas. Fuente: Elaboración propia.

#### **5.3.4.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar.**

Después del ensayo no deben existir burbujas, penetraciones, despegaduras y decoloración, excepto en:

- a) Una faja de 10 mm de ancho en la zona marginal y de ambos lados de eventuales fisuras que surjan en el vidrio o muestra durante el ensayo.
- b) Una faja de 15 mm de ancho a partir del borde no cortado (borde original del vidrio parabrisas) y en una faja de 25 mm de ancho de los demás bordes.

En caso que las muestras no satisfagan los requisitos anteriores, se debe repetir el ensayo una vez más con la serie de muestras de respaldo.

#### **5.3.4.6. Informe y registro de ensayo**

Para mantener la trazabilidad en los registros de los ensayos se utiliza un informe de ensayo, que según la Norma IRAM - AITA 1-H3-1, debe contener la siguiente información:

- a) tipo de vidrio de seguridad
- b) cantidad de muestras ensayadas
- c) descripción del aspecto de las muestras después del ensayo
- d) identificación del responsable del ensayo.

### **5.3.5. IRAM - AITA 1H3 - 5 - Determinación de la separación de la imagen secundaria.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 5, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método para la determinación de la imagen secundaria de los vidrios de seguridad de vehículos automotores. Se aplica únicamente a vidrios de seguridad laminados.

Cabe destacar que se pueden aplicar dos métodos de ensayo de imagen secundaria (de la mira o del colimador). Este documento hace referencia únicamente al ensayo de mira ya que es el elegido por el autor junto con la empresa en estudio. Este método se basa en examinar a través del vidrio de seguridad una diana iluminada. La mira debe estar concebida de manera que el ensayo pueda efectuarse según un método simple "pasa - no pasa".

#### **5.3.5.1. Equipos para el ensayo.**

A continuación, se presentan los equipos requeridos para la realización del ensayo según la norma IRAM-AITA 1H3 – 5:2011.

- a) Soporte para vidrio de seguridad

Mismo dispositivo utilizado como soporte en el ensayo de distorsión óptica. Véase sección “5.3.2.1. Equipos para el ensayo - inciso c)”.

- b) Piezas acabadas (vidrio parabrisas) para ensayo

Descritas posteriormente dentro de este capítulo.

- c) Transportador magnético
- d) Base de altura regulable

Se utiliza para regular la altura en donde se colocará el proyector.

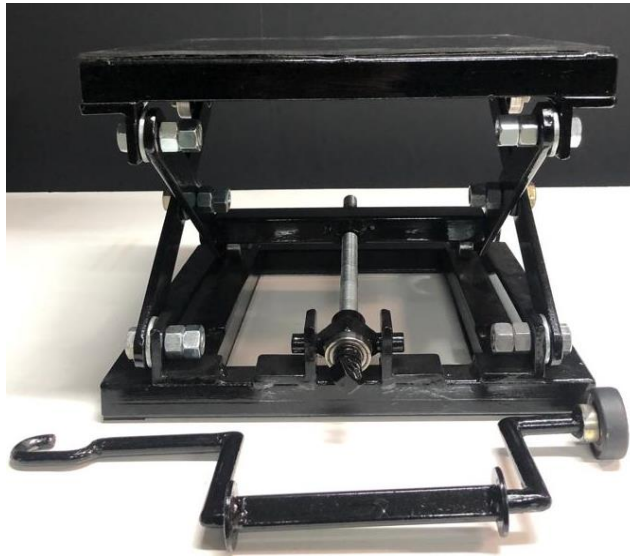


FIGURA 5.52 - Base de altura regulable. Fuente: Elaboración propia.

- e) Proyector
- f) Mira

Según la Norma en cuestión, existen dos posibles tipos de miras a ser utilizadas (mira anular iluminada o mira iluminada de corona y spot). En este trabajo únicamente se desarrolla la mira iluminada de corona y spot, debido a que es la seleccionada a utilizar por el autor en conjunto con la empresa en estudio.

#### **5.3.5.2. Criterio de selección de muestras.**

Cabe destacar que la selección de las muestras a ensayar viene dada de acuerdo a los requisitos estipulados en la norma IRAM-AITA 1-H3 – 5:2011, en conjunto con la norma IRAM-AITA 1-H3-1:1997.

Por otra parte, el autor hace notar que el criterio de selección de muestras de este tipo de ensayo es idéntico al desarrollado anteriormente dentro del ensayo de distorsión óptica; por lo cual no se realiza nuevamente dicha mención.

#### **5.3.5.3. Cronograma de realización de ensayo**

Al igual que la sección anterior, dicho apartado no se desarrolla en profundidad debido a la coincidencia con el cronograma de realización de ensayo de distorsión óptica explicado anteriormente dentro de la sección “5.3.2.3. Cronograma de realización de ensayo”.

#### 5.3.5.4. Procedimiento para la realización del ensayo

Los pasos a seguir para la elaboración del ensayo en estudio son los siguientes:

1. Colocación del vidrio según ángulo de inclinación

Se coloca el vidrio de seguridad sobre el soporte con el ángulo de inclinación especificado según el fabricante del vehículo en la posición correcta de ensayo, de manera que la observación se haga en el plano horizontal que pasa por el centro de la mira. (Véase en Figura N 5.52). La medida del ángulo se obtiene mediante la utilización de un transportador magnético.

2. Disposición del equipo y ejecución

La mira se debe componer de una caja con luz, de unos 300 mm x 300 mm x 150 mm, cuya parte delantera conste de un vidrio recubierto de papel negro opaco, o de pintura negra mate. La caja debe estar iluminada por una fuente luminosa apropiada. El interior de la caja debe estar recubierto de una capa de pintura blanca mate. La caja luminosa debe observarse en un local oscuro o semioscuro.



FIGURA 5.53 - Caja de iluminación para ensayo de imagen secundaria junto con base regulable.

Fuente: Elaboración propia.

En este punto, se debe desplazar el vidrio de seguridad en sentido horizontal y en sentido vertical, con el fin de que el parabrisas quede centrado y se pueda examinar toda la superficie especificada. Debe girarse el vidrio de seguridad de manera que se mantenga la dirección correcta de observación (Véase en Figura N 5.54).

Luego de la ejecución, se deben examinar cada una de las porciones del vidrio de seguridad con el objeto de detectar la presencia de cualquier imagen secundaria asociada a la mira iluminada.

La disposición del equipo se muestra en la siguiente figura.

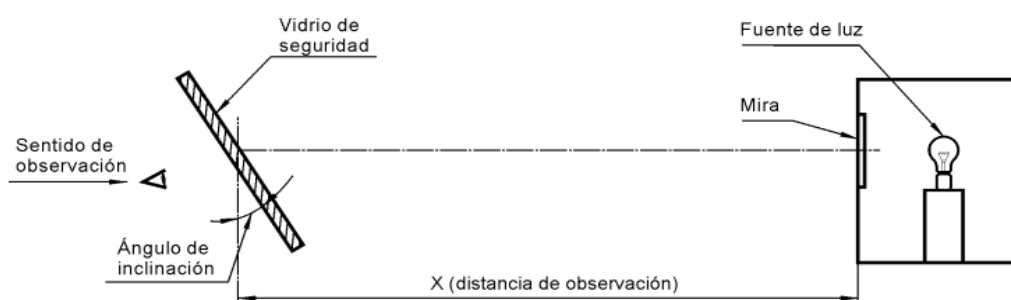


FIGURA 5.54 - Disposición del equipo. Fuente: Norma IRAM - AITA parte 5 (2011).

El autor aclara que la distancia de observación utilizada para la realización del ensayo es de  $X = 7$  metros. Además, el centro del parabrisas en análisis debe coincidir con la altura de la salida de la fuente de luz, por lo que se debe colocar el mismo sobre una base de altura regulable.

### 3. Evaluación

Se debe evaluar las imágenes obtenidas sobre el vidrio trabajado, desde el lugar de observación que se muestra en la Figura N 5.52, es decir sobre el lado interno del parabrisas. Luego se debe obtener y analizar los resultados obtenidos. En dicho punto se analizan los aspectos explicados posteriormente en el siguiente apartado.

#### 5.3.5.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar

El autor aclara que únicamente se mencionan los requisitos a satisfacer para el caso de la mira de corona y spot, ya que es la utilizada en el ensayo. Los mismos se mencionan a continuación.

- Un tipo de vidrio de parabrisas es considerado satisfactorio respecto a la separación de imagen secundaria, si en las piezas sometidas a los ensayos, la separación de la imagen primaria no sobrepasa los valores, para cada zona siguiente:

TABLA 5.10

Zonas	Separación de las imágenes primarias y secundarias, máxima. “ $\alpha$ ”
A	15' de arco
B	25' de arco

Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 parte 1 (1998).

Notar que se mencionan dos zonas de análisis (A y B), el autor aclara que dicho aspecto fue explicado anteriormente dentro del ensayo de distorsión óptica.

Dentro de la Norma IRAM - AITA parte 1, se adjuntan las siguientes aclaraciones:

*“\*.- Se permite una tolerancia de hasta 25' de arco para todas las partes de la zona A situada a menos de 100 mm de los bordes del parabrisas.*

*\*\*.- En la zona B se toleran ligeros desvíos con respecto a las prescripciones en el caso de que sean localizados y que se mencionen en el informe del ensayo”.*

- Cuando se utilice la mira corona y spot, si la imagen secundaria del círculo/spot llega a sobrepasar el punto de tangencia con la circunferencia interior de la corona, es decir, si se ha sobrepasado el valor límite “ $\alpha$ ”.

En caso de que no se cumpla con lo anteriormente mencionado, se debe volver a realizar el ensayo con la serie de cuatro muestras de respaldo.

#### **5.3.5.6. Cálculo de mira de corona y spot**

Cabe destacar que las medidas de dichos calibres de control fueron calculadas por el autor, para luego, desarrollarlas por la empresa y confirmar las medidas obtenidas por un laboratorio externo a la empresa.

Por otra parte, existen dos calibres de control a utilizar: el calibre de control mínimo (15') y máximo (25') para corona y spot. A continuación, se presenta el cálculo de cada uno.

Para el calibre de control de "CORONA Y SPOT - Mínimo (15')", el cálculo es el siguiente:

Siendo  $X$  = distancia de observación = 7 metros (valor estipulado por el autor en conjunto con la empresa) y  $\alpha = 15'$ , es decir  $0,25^\circ$  (por ser corona y spot mínimo).

Luego, a partir de la Norma IRAM - AITA parte 1, se extrae la siguiente ecuación:

$$D = x \cdot \operatorname{tg} \alpha = \text{diámetro exterior}$$

Entonces,

$$\operatorname{Tg} \alpha = 0,0044$$

$$D = x \cdot \operatorname{Tg} \alpha = 0,0044 \cdot 7 = 0,031 \text{ m} = 31 \text{ mm}$$

La anchura de ranura está estipulada en 2 mm, y el diámetro de foco está estipulado en 12mm. El autor aclara que se considera que 1' equivale a  $0.0166667^\circ$ .

Una representación estimativa se presenta a continuación.

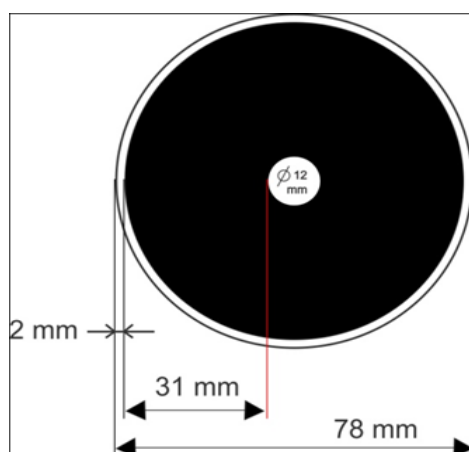


FIGURA 5.55 - Representación corona y spot mínima. Fuente: Elaboración propia.

Para el calibre de control de "CORONA Y SPOT - Máximo (25')", el cálculo es el siguiente:



De igual manera que para el spot anterior, siendo  $X =$  distancia de observación = 7 metros (valor estipulado por el autor en conjunto con la empresa) y  $\alpha = 25'$ , es decir  $0,25^\circ$  (por ser corona y spot mínimo).

Luego, a partir de la Norma IRAM - AITA parte 1, se extrae la siguiente ecuación:

$$D = x \cdot \operatorname{tg} \alpha = \text{diámetro exterior}$$

Entonces,

$$\operatorname{Tg} \alpha = 0,0073$$

$$D = x \cdot \operatorname{Tg} \alpha = 0,0073 \cdot 7 = 0,051 \text{ m} = 51 \text{ mm}$$

La anchura de ranura está estipulada en 2 mm, y el diámetro de foco está estipulado en 12mm. El autor aclara que se considera que  $1'$  equivale a  $0.0166667^\circ$ .

Una representación estimativa se presenta a continuación.

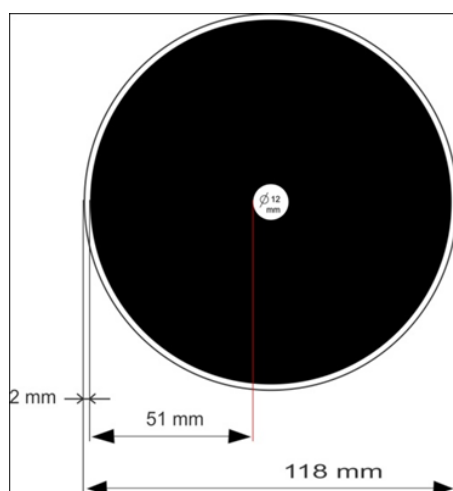


FIGURA 5.56 - Representación corona y spot máxima. Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.6. IRAM - AITA 1H3 - 12 - Determinación de los desvíos cuando son sometidos a verificación dimensional.

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 12, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método para la determinación de los desvíos de las piezas de vidrios de seguridad de vehículos automotores cuando son sometidos a verificación geométrica. Se aplica tanto a vidrios curvos como a vidrios planos.

### **5.3.6.1. Equipos para el ensayo.**

A continuación, se presentan los equipos requeridos para la realización del ensayo según la norma IRAM-AITA 1H3 – 12:1998.

#### a) Calibre de control dimensional

Se debe contar con un calibre para cada tipo de vidrio a ensayar, es decir un calibre para vidrios planos, uno para vidrios curvos (vidrios laterales y parabrisas).

##### i) Para vidrios curvos

En las figuras presentadas a continuación se ilustran los calibres de control dimensional representativos para cada caso, los cuales deben ser construidos en relación al contorno (dimensión mínima con rebajes correspondientes) y al radio de curvatura (dimensión nominal).

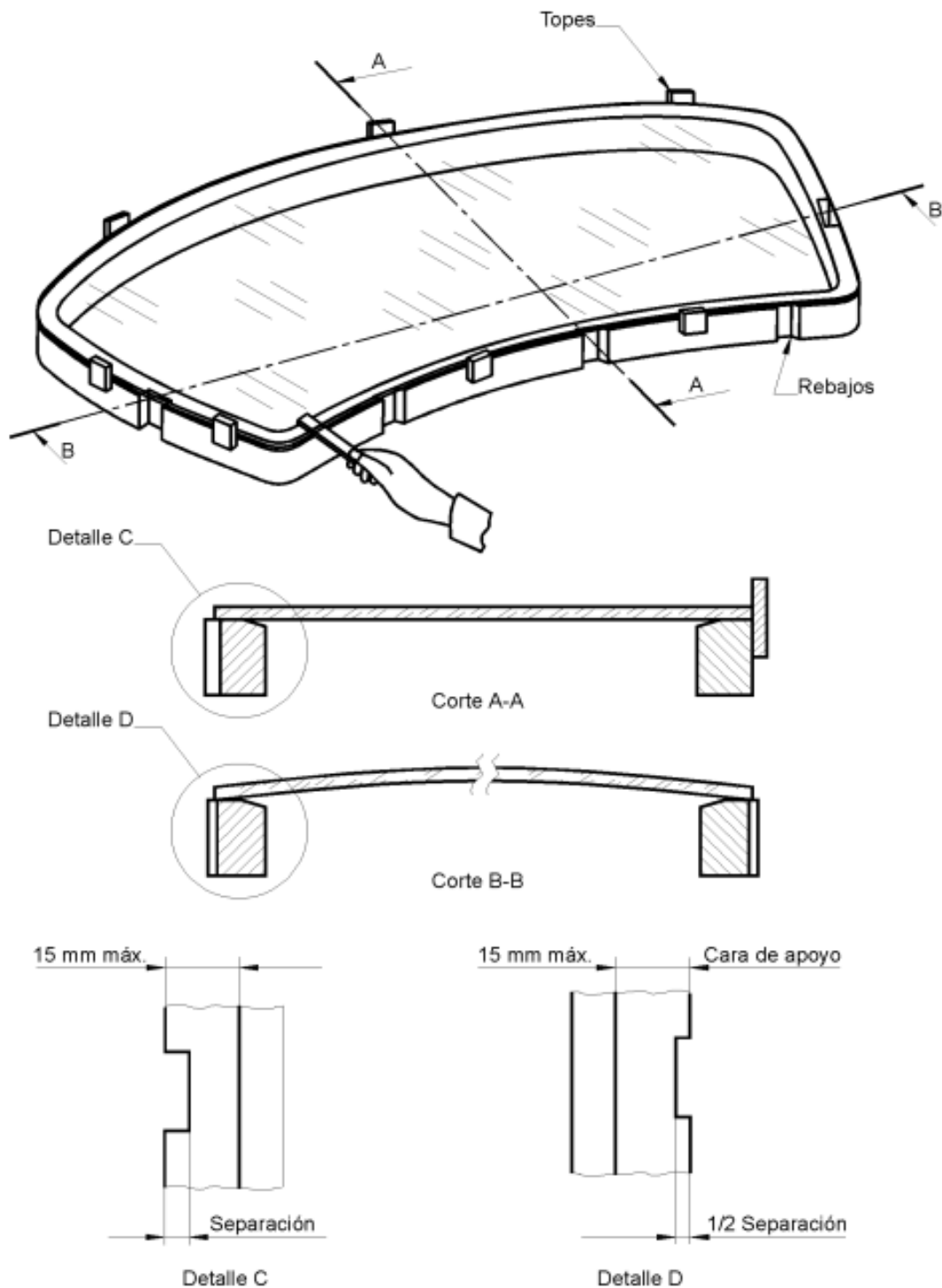


FIGURA 5.57 - Calibre de control para vidrios curvos (parabrisas y lunetas). Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 - 12 (1998).

El autor aclara que el valor de la nombrada separación, representada en la figura, viene dado por la columna N°:3 adjunta al final del apartado.

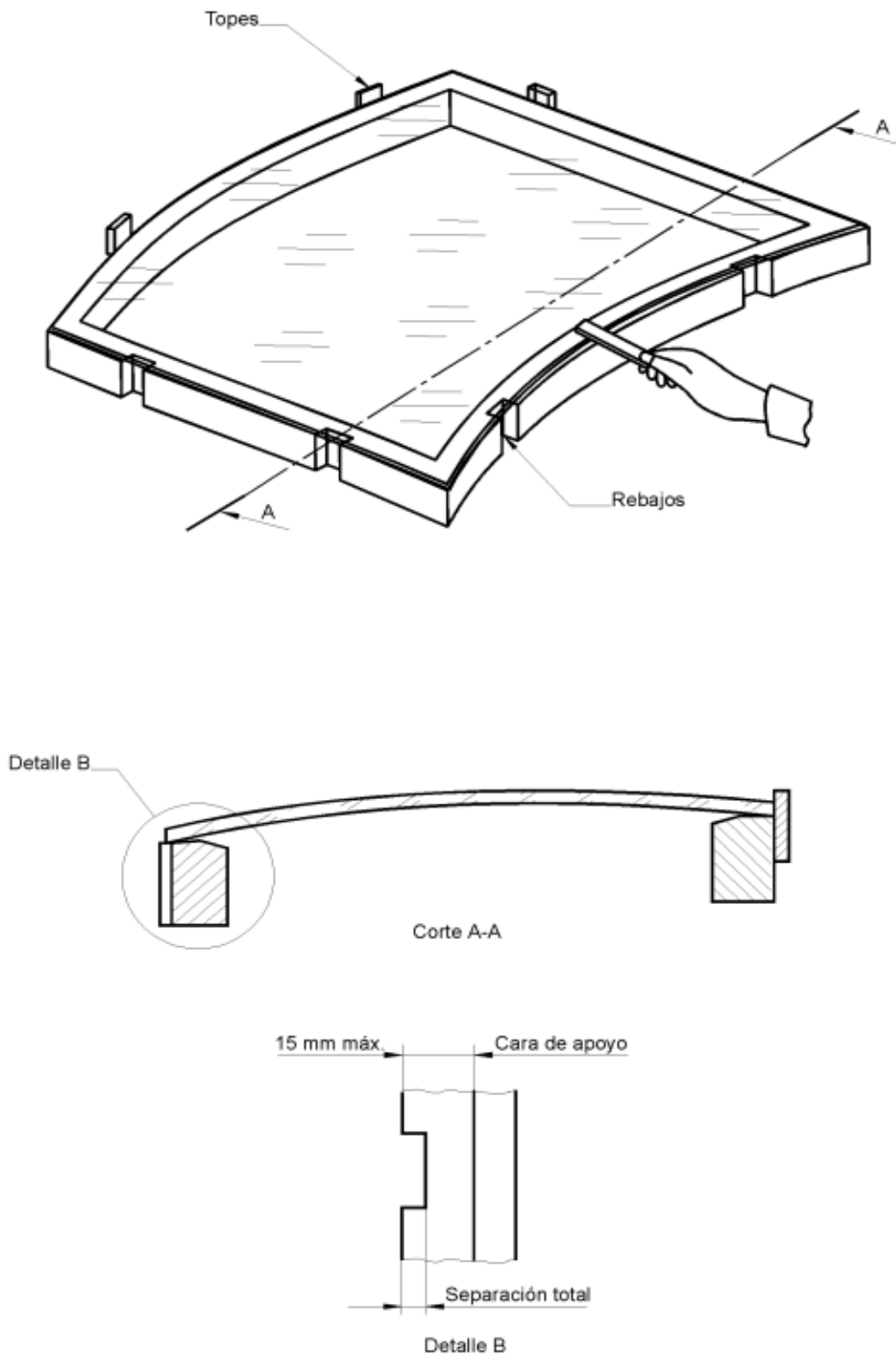


FIGURA 5.58 - Calibre de control para vidrios curvos (vidrios laterales). Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 - 12 (1998).

El autor aclara que el valor de la nombrada separación, representada en la figura, viene dado por la columna N°:3 adjunta al final del apartado.

ii) Para vidrios planos

El calibre de control para vidrio plano está ilustrado en la figura que se muestra a continuación. La cara de apoyo del calibre para asentamiento del vidrio debe ser de aproximadamente 15 mm.

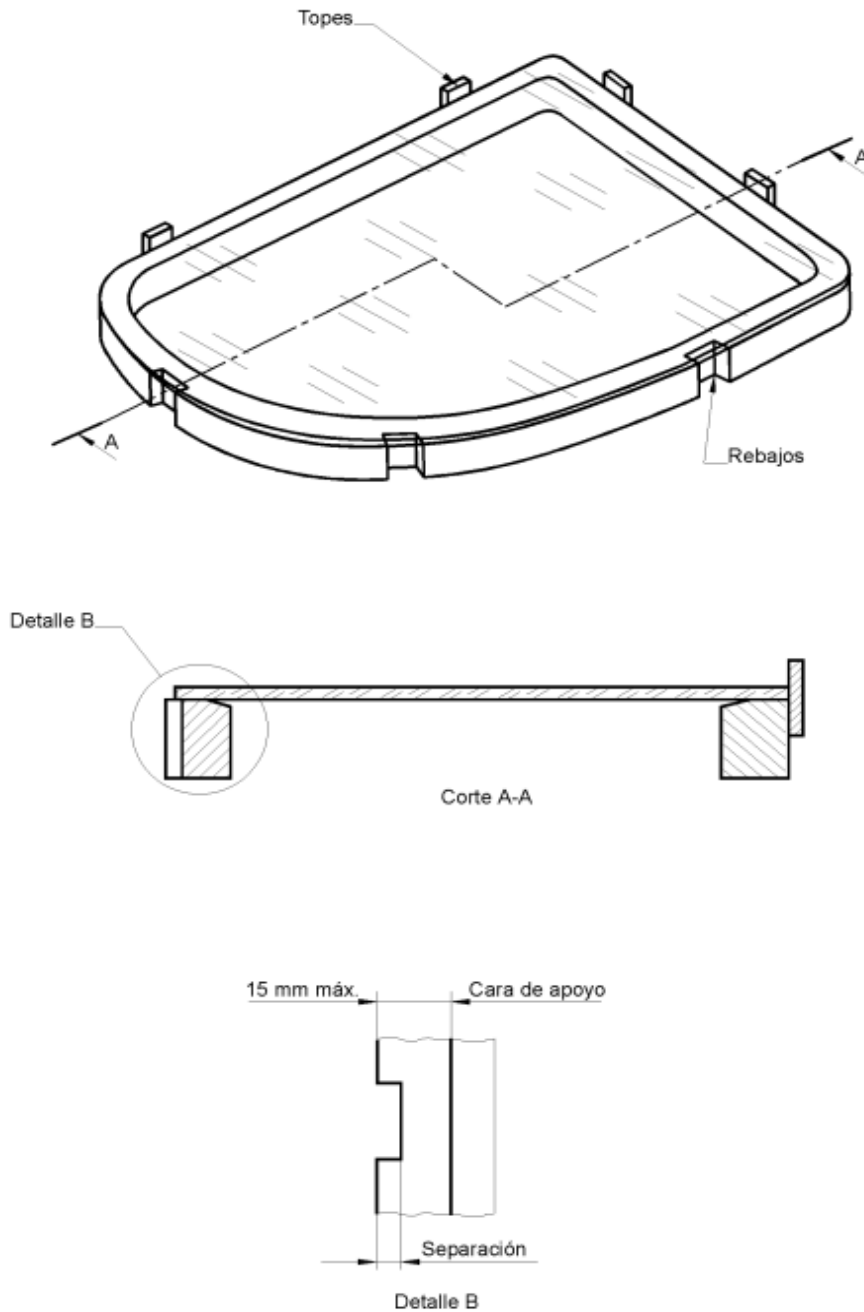


FIGURA 5.59 - Calibre de control para vidrios planos. Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 - 12 (1998).

El autor aclara que el valor de la nombrada separación, representada en la figura, viene dado por la columna N°:3 adjunta al final del apartado.

b) Regla para medir curvatura

Consiste en una regla con una extensión mayor que la dimensión de la pieza en la dirección que se quiere medir el curvado, dotada de un cursor libre, graduado en mm.

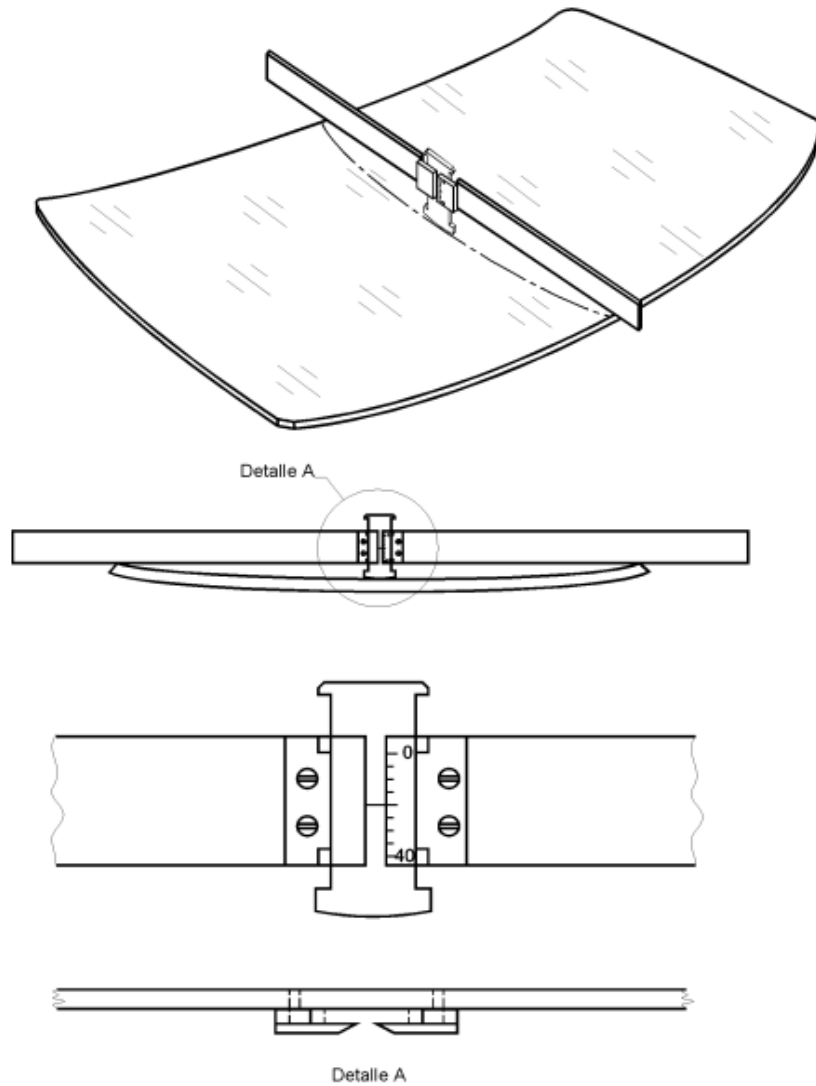


FIGURA 5.60 - Regla para medir curvatura. Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 - 12 (1998).

c) Medidas de espesor

Dado el reloj comparador o un micrómetro con puntas para medición de superficies curvas.

### **5.3.6.2. Criterio de selección de muestras**

Cabe destacar que el criterio de selección de las muestras a ensayar realizado viene dado de acuerdo a los requisitos estipulados en la norma IRAM-AITA 1H3 – 12:1998, en conjunto con la norma IRAM-AITA 1H3-1:1997.

En relación a la cantidad, forma y dimensiones de las muestras a ensayar, las mismas deben estar constituidas por las piezas terminadas. Las piezas seleccionadas por el autor en conjunto con la empresa en estudio para realizar el control son las presentadas a continuación.

En lo que respecta a vidrios curvos: Parabrisas Chevrolet S10 Blazer 96; Puerta Delantera Fiat Duna Verde; Luneta Térmica Verde Hilux 2015. En lo que respecta a vidrios planos: Puerta verde FIAT 619 N1.

### **5.3.6.3. Cronograma de realización del ensayo**

Se agrega la siguiente metodología que realiza la empresa en estudio para la correcta selección de muestras a ensayar. La misma, explica el cronograma de realización de ensayo de fragmentación con el que se trabaja.

Tanto para vidrios planos como para vidrios curvos, la frecuencia con la que se realiza el ensayo es cada dos meses. Las muestras seleccionadas fueron mencionadas anteriormente en la sección “5.3.6.2. Criterio de selección de muestras”.

### **5.3.6.4. Procedimiento para la realización del ensayo**

Los pasos a seguir para la elaboración del ensayo son los desarrollados a continuación. Cabe destacar que dicho procedimiento se debe repetir para cada una de las muestras seleccionadas.

#### **1. Medición del espesor**

La medición debe efectuarse en 5 puntos distribuidos en la periferia del vidrio. Para ello se utiliza, como se mencionó anteriormente, un reloj comparador.

#### **2. Verificación de la diferencia periférica**

La diferencia periférica debe ser verificada como se indica a continuación:

- a) Para parabrisas y lunetas, se coloca el vidrio sobre el calibre ilustrado en la figura 5.57, el cual se constituye por su propia construcción en un calibre “pasa - no pasa”, en relación a las dimensiones máximas (topes) y mínimas (rebajos).
- b) Para vidrios laterales curvos y vidrios planos, se coloca el vidrio sobre el calibre ilustrado en la figura 5.58 (vidrios laterales curvos) y figura 5.59 (vidrios laterales planos), apoyando sus bordes en los topes y verificando la separación con el auxilio de los rebajos.

### 3. Medición de la separación de curvatura.

La separación de la curvatura se mide con un calibrador de variación aplicado entre el vidrio apoyado libremente sobre el calibre y su cara de asentamiento (véase figura 5.57 para parabrisas y lunetas, y figura 5.58 para laterales curvos).

### 4. Medición de la curvatura.

Para medir la curvatura se apoya la regla (de la figura 5.60) en los bordes de forma perpendicular a la dirección que quiere ser medido, desplazando el cursor hasta el centro, apoyándolo en la cara del vidrio y realizando la lectura en la escala graduada.

### 5. Medición de la diferencia de planicidad (vidrios planos).

La diferencia de planicidad en vidrios planos se mide con auxilio de una mesa de trabajo y calibrador de variación, con el vidrio apoyado libremente sobre la mesa y realizando la medición de acuerdo con la figura que se presenta a continuación.



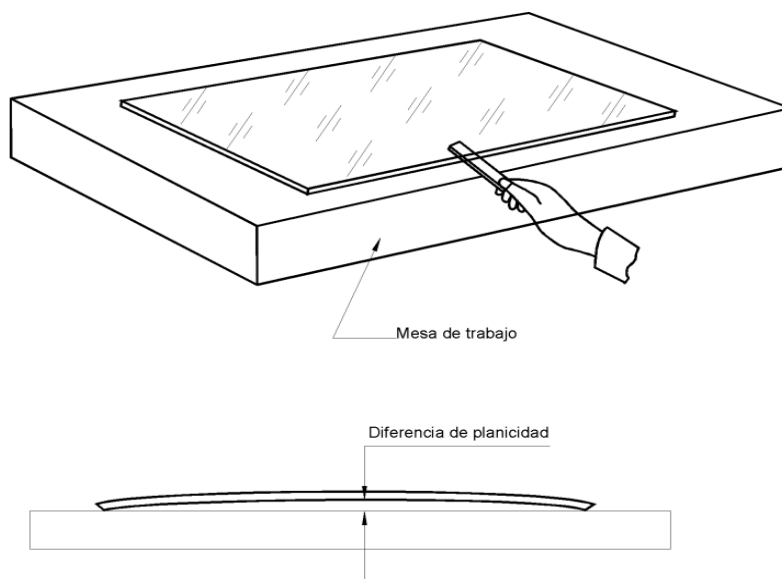


FIGURA 5.61 - Regla para medir curvatura. Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 - 12 (1998).

## 6. Evaluación

Por último, se debe evaluar la muestra ensayada. En dicho punto se analizan los aspectos explicados posteriormente en el apartado “5.3.6.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar”.

### 5.3.6.5. Requisitos a satisfacer por la pieza a ensayar

A continuación, se presentan los requisitos que debe satisfacer la pieza ensayada para aprobar el ensayo, según la norma IRAM – AITA 1H3 – 1 y la norma IRAM – AITA 1H3 – 12. De manera general, se hace una distinción sobre cada uno de los pasos a seguir en el procedimiento adjunto anteriormente.

1. **Medición del espesor:** La tolerancia del espesor nominal es de  $\pm 0.2$  mm.
2. **Verificación de la diferencia periférica:** En cuanto al desvío periférico paralelo nominal (mm), las tolerancias se obtendrán en función de las dimensiones de la pieza. Para dicho control se utilizan los rebajes y topes de las matrices elaboradas, o véase columna N°:3 de la tabla 5.11.
3. **Medición de la diferencia de planicidad (vidrios planos):** Para la planitud de los vidrios planos, las tolerancias se obtendrán en función de las dimensiones

de la pieza indicadas en la columna N°:4 de la tabla 5.11. Debe ser gradual y sin variaciones bruscas.

El paralelismo del desvío periférico debe ser uniforme, no excediendo 0.8 mm por cada 300 mm lineales, con excepción de las zonas de marcas de pinzas, donde puede existir un desvío localizado de 0.8 mm mientras sean respetadas las tolerancias dimensionales de la pieza.

4. **Medición de la separación de curvatura:** Para el desvío de curvatura, las piezas de vidrios curvos, al ser controladas con dispositivos de inspección (calibre de control), tendrán sus tolerancias especificadas de acuerdo con las dimensiones establecidas en la columna N°:5 de la tabla N° 5.11. Pudiendo existir, sin embargo, variaciones mayores que 0.3 mm entre dos puntos cualquiera distantes 25 mm entre sí. Para dicho control se utiliza la superficie de apoyo de las matrices elaboradas.
5. **Medición de la curvatura:** La tolerancia de la flecha, para los vidrios curvos, se obtendrá en función de las dimensiones de la pieza y de la aplicación en el vehículo, de acuerdo a lo indicado en la columna N°:6 de la tabla N° 5.11. Dichos valores se obtienen con el uso de la mencionada regla para medir la curvatura del vidrio.

#### **5.3.6.6. Informe del ensayo**

El informe del ensayo debe contener, como mínimo, la información siguiente:

- a) las dimensiones nominales del vidrio.
- b) las diferencias correspondientes.
- c) las dimensiones efectivas medidas en el vidrio o su comportamiento en relación a los calibres.

A continuación, se adjunta la mencionada tabla 5.11.

TABLA 5.11

Medidas en mm							
1	2	3	4	5	6		
Tipo de vidrio	Dimensión de la pieza desarrollada alto / largo / ancho	Desvío periférico paralelo al nominal	Planitud en vidrios planos (2)	Desvío de curvatura min.	Desvíos de flecha para vidrios curvos		
Parabrisas y lunetas	dim. ≤ 400	± 0,5	0,8 cada 300 mm	2	± 4		
	400 < dim. ≤ 600	± 0,625		3			
	600 < dim. ≤ 1000	± 0,75		3	± 5		
	1000 < dim. ≤ 1500	± 1,00		4			
	1500 < dim. ≤ 2000	± 1,25		5			
	2000 < dim. ≤ 2500	± 1,5		(1)		≥ ± 5 (1)	
	dim. > 2500	(1)		(1)			
Ventanas laterales fijas	dim ≤ 400	± 0,5		0,8 cada 300 mm	2	± 4	
	400 < dim. ≤ 600	± 0,625			3		
	600 < dim. ≤ 1000	± 0,75			3	± 5	
	1000 < dim. ≤ 1500	± 1,00			4		
	1500 < dim. ≤ 2000	± 1,25			5		
	dim. > 2000	(1)			(1)		≥ ± 5 (1)
	dim. ≤ 400	± 0,5			(1)		
Ventanas laterales deslizantes	400 < dim. ≤ 600	± 0,625	0,8 cada 300 mm		2	± 1,5 área central	
	600 < dim. ≤ 1000	± 0,75			3		
	1000 < dim. ≤ 1500	± 1,00			3	± 5	
	1500 < dim. ≤ 2000	± 1,25			4		
	dim. > 2000	(1)			5		
	dim. ≤ 400	± 0,5			(1)		(1)
	Ventanas laterales basculantes giratorias	400 < dim. ≤ 600			± 0,625		0,8 cada 300 mm
600 < dim. ≤ 1000		± 0,75		3			
1000 < dim. ≤ 1500		± 1,00		3	± 5		
1500 < dim. ≤ 2000		± 1,25		4			
dim. > 2000		(1)		5			
dim. ≤ 400		± 0,5		(1)		≥ ± 5 (1)	
400 < dim. ≤ 600		± 0,625		(1)			

(1) De común acuerdo entre el proveedor y el comprador.

Notas:

a) Para piezas triangulares, considerar la media aritmética entre la base y la altura a fin de obtener el valor para el cálculo,

b) En los casos en que la tolerancia lo permita, se admiten desvíos mayores que los especificados, siempre que exista un acuerdo entre proveedor y comprador.

c) En el caso que la aplicación de la pieza exija tolerancias menores que las especificadas, éstas serán preestablecidas de común acuerdo entre proveedor y comprador.

(2) La medición del combado se realiza según la norma IRAM-AITA 1H3 - Parte 13, colocándose una masa de 50 g en el centro de la pieza

Fuente: Norma IRAM - AITA 1-H3 - 1 (1997).

Como se mencionó anteriormente, el valor de la “separación” de los rebajes del calibre de control (véase figura 5.57; 5.58 y 5.59) viene dado por la columna N°3 de la tabla 5.11. Notar que dicho valor varia de acuerdo al tipo de vidrio con el que se trabaje y a

la dimensión de la pieza de la pieza desarrollada. En relación a este último concepto, dado que las dimensiones del ancho y del alto de las piezas en estudio son diferentes, los valores de los rebajes del ancho de la muestra difieren de los del alto de la misma; trabajando así con dos rebajes distintos por pieza.

## **5.9. Ensayos Externos**

Dentro de la implementación de la Norma IRAM - AITA 1H3, las partes mencionadas a continuación no son implementadas dentro de la empresa debido a la falta de infraestructura y recursos para poder llevarlas a cabo.

- a) IRAM - AITA 1H3 - 3 - Determinación de la transmisión luminosa.
- b) IRAM - AITA 1H3 - 9 - Determinación de la resistencia a la abrasión
- c) IRAM - AITA 1H3 - 10 - Determinación de la resistencia a la radiación.
- d) IRAM - AITA 1H3 - 11 - Determinación de la resistencia a la humedad.

Como se mencionó anteriormente, los ensayos que no pueden ser llevados a cabo internamente por la empresa se deben enviar a un laboratorio externo acreditado para poder realizar ensayos de esta normativa. En Argentina, el único laboratorio acreditado es el del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). De esta manera, se asegura que los productos cumplan con los requerimientos de cada una de las partes, y así se asegura la calidad y confiabilidad de los mismos.

Por estos motivos, el autor lleva a cabo un análisis de la información requerida para la implementación externa, junto con los requisitos que conlleva cada una de las partes en relación a las muestras que deben enviarse para el control de calidad. En dicha evaluación no se desarrollan las formas en que se llevan a cabo cada uno de los ensayos, como se realizó anteriormente para el resto de las partes intervinientes.

### **5.9.1. IRAM - AITA 1H3 - 3 - Determinación de la transmisión luminosa.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 3, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método de la transmisión luminosa para los vidrios de seguridad de los vehículos automotores.

El ensayo se realiza sobre vidrios laminados y vidrios templados. Las muestras correspondientes a la primera clasificación, pueden ser probetas cortadas de la parte más plana de un parabrisas, o una probeta plana cuadrada preparada especialmente que tenga las mismas características del material y espesor que un parabrisas. Específicamente, las muestras a ensayar son:

- Cuatro vidrios de 3.2 mm + medida del PVB + 3 mm de espesor.
- Cuatro vidrios de 2.1 mm + medida del PVB + 2.1 mm de espesor.

Es decir que la primera serie consta de 8 probetas, 4 de cada tipo homologado. Las mismas deben ser de 300 x 300 mm (con una tolerancia de +10 mm-0 mm).

Para el caso de los vidrios templados, las muestras a ensayar son:

- Cuatro vidrios de 3.2 mm de espesor.
- Cuatro vidrios de 3.8 mm, de espesor, sin serigrafía.
- Cuatro vidrios de 3.8 mm, de espesor, con serigrafía.

Es decir que la primera serie consta de 12 probetas, 4 de cada tipo homologado. Las mismas deben ser de 300 x 300 mm (con una tolerancia de +10 mm-0 mm).

Tanto para vidrios templados como para vidrios laminados, se envían dos series de cada tipo de espesor al laboratorio externo.

### **5.9.2. IRAM - AITA 1H3 - 9 - Determinación de la resistencia a la abrasión.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 9, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método para la determinación de la resistencia a la abrasión de vidrios de seguridad de vehículos automotores.

Este ensayo se aplica únicamente a vidrios laminados. Las muestras que se envían al laboratorio externo contienen las siguientes características:

- Dimensión: 100 mm x 100 mm con una tolerancia de +10 mm - 0 mm.
- Probetas de caras planas y paralelas con un orificio central de fijación de 6.4 mm de diámetro con una tolerancia de + 0.2 mm - 0 mm.
- Dos series de tres probetas.

### **5.9.3. IRAM - AITA 1H3 - 10 - Determinación de la resistencia a la radiación.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 10, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es determinar si la transmitancia de los vidrios laminados se reduce de manera significativa como consecuencia de una exposición prolongada a una radiación o si el vidrio sufre una decoloración significativa.

El autor, junto con la empresa participe de la implementación, hacen la salvedad con la realización de este tipo de ensayo ya que los vidrios participes, si bien son de seguridad, no están expuestos a la radiación descrita en la norma. Además, en la página 269 del Decreto Reglamentario de la Ley de Tránsito y Seguridad Vial 779.95 se aclara lo siguiente: *“Este ensayo solo se efectúa si el laboratorio lo juzga útil, habida cuenta de las informaciones que posea sobre el intercalar”*.

### **5.9.4. IRAM - AITA 1H3 - 11 - Determinación de la resistencia a la humedad.**

La Norma IRAM - AITA 1H3 - 11, constituye una de las partes de la norma IRAM - AITA 1-H3 sobre vidrios de seguridad para vehículos automotores. El objetivo es establecer el método para la determinación de la resistencia a la humedad de vidrios de seguridad de vehículos automotores. La finalidad de este ensayo es determinar si los parabrisas resisten sin deterioro significativo a los efectos de una exposición prolongada a la humedad atmosférica.

Este ensayo recae únicamente sobre vidrios laminados, por lo que las muestras pueden cortarse de un vidrio de parabrisas o pueden ser planas y preparadas de un vidrio con igual configuración que el parabrisas. Específicamente, las muestras que se entregan al laboratorio externo siguen las siguientes características:

- Dos series de tres probetas.
- Dimensión: 300 mm x 300 mm, pudiendo ser obtenidas de tres vidrios de parabrisas, uno de cuyos bordes debe coincidir con el original del parabrisas. Con una tolerancia de +10 mm - 0 mm.

## **5.10. Modificaciones realizadas para la implementación**

Como se explicó a lo largo del proyecto integrador, para poder llevar a cabo una correcta implementación de la Norma en cuestión, se hicieron modificaciones y actualizaciones de la documentación correspondiente y se seleccionaron la cantidad y tamaño de las muestras a ensayar. Para lograr estos objetivos se trabajó en conjunto con las áreas de calidad y producción de la empresa.

A dichos cambios se le agregan ciertas modificaciones realizadas dentro de la empresa, en relación a la infraestructura del laboratorio y variaciones específicas realizadas sobre cada uno de los ensayos, los cuales se presentan a continuación.

### **5.10.1. Cambios sobre ensayo de fragmentación.**

En una primera instancia, respecto a los **cambios documentales** dentro de la empresa, se actualizó y modificó la planilla con la que se lleva registro de los ensayos realizados. Como se mencionó anteriormente, se determinó un criterio de selección de muestras para trabajar en conjunto con los gerentes de producción y llevar rigurosamente las muestras que se deben producir en el mes.

Además, se creó una nueva planilla en donde se registran aquellas piezas que obtuvieron resultados negativos en el ensayo. De esta manera, se genera una retroalimentación con el área productiva y de desarrollo de la empresa, y a partir de la misma se modifican los parámetros del proceso productivo, la posición de la matriz en el horno o la matriz en cuestión, para corregir el error.

En referencia a los **cambios estructurales del laboratorio**, se realizaron las siguientes modificaciones:

- a. Estantes para guardar las impresiones de los ensayos realizados.

En cada estante se coloca la etiqueta correspondiente al año y número de ensayo. De esta manera se mantiene un orden en la sala de trabajo y se asegura que no se pierda ninguna documentación.

- b. Fijación y creación de tubos reveladores.

Se crearon dos tubos reveladores, de distintos tamaños para asegurarse de que todas las piezas pudieran ser correctamente reveladas. Véase imagen 5.3.

- c. Mantenimiento y pintura de mesa de trabajo.

Véase imagen 5.2.

- d. Pintura e identificación de tacho para tirar piezas ensayadas.
- e. Carpetas para mantener registros.

De esta manera se asegura que no se pierda ninguna documentación y se mantiene un orden de la misma. Cada carpeta está identificada con su respectiva etiqueta, según el ensayo que corresponda.

- f. Incorporación de cajas para guardar los elementos necesarios para realizar el ensayo.

De tal forma se mantiene un orden de la mesa de trabajo y del laboratorio en general.

#### **5.10.2. Cambios sobre ensayo de impacto con esfera.**

Acerca de los **cambios documentales**, se actualizó y modificó la planilla con la que se lleva registro de los ensayos realizados. Se determinó un criterio de selección de muestras para trabajar en conjunto con los gerentes de producción y llevar rigurosamente las muestras que se deben producir en el mes.

En respecto a los **cambios estructurales del laboratorio**, se realizaron las siguientes modificaciones:

- a. Carpetas para mantener registros.
- b. Mantenimiento del dispositivo de apoyo.

Se realizó el cambio de la goma y pintura del mismo. Véase imagen 5.13.

- c. Colocación de mesa de trabajo.

Para contar con un espacio en donde realizar los registros del ensayo y en donde apoyar la planilla de control.

- d. Estante para guardar esferas y reglas con las distintas medidas a utilizar.



En la siguiente imagen se adjunta la representación de lo mencionado.

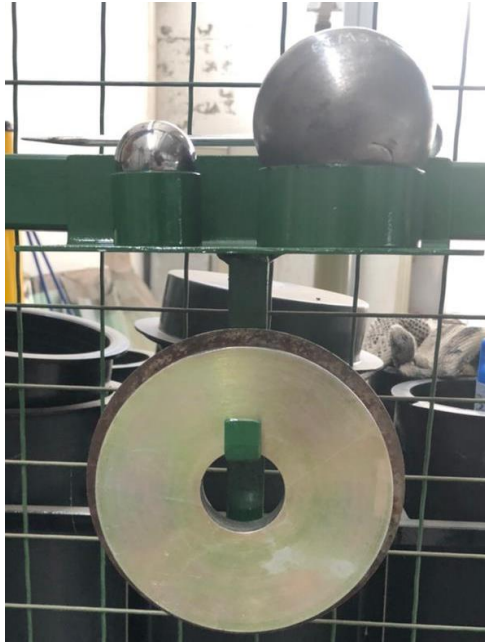


FIGURA 5.57 - Estantes para esfera y magnetizador. Fuente: Elaboración propia.

e. Incorporación de horno industrial para realizar ensayo sobre probetas a 40 °C.

Esto se debe a que anteriormente el acondicionamiento de la pieza se hacía en el horno principal de la empresa, lo que generaba paros productivos durante este lapso de tiempo.

f. Soportes para colocar probetas dentro del freezer.

En la siguiente imagen se adjunta la representación de lo mencionado.



FIGURA 5.58 - Soportes para probetas dentro de freezer. Fuente: Elaboración propia.

- g. Calibración de los elementos necesarios para realizar el ensayo.

Los elementos enviados a calibrar por la empresa fueron los siguientes:

1. Pesa de 200 gramos. La misma se utiliza para confirmar que la balanza utilizada funcione correctamente y de esta manera poder corroborar el peso de ambas esferas.
  2. Esfera de 2260 gramos y de 227 gramos. Se corroboró que ambas tengan forma esférica.
- h. Incorporación de cajas para guardar los elementos necesarios para realizar el ensayo.

### **5.10.3. Cambios sobre ensayo de impacto con cabeza phantom.**

Sobre los **cambios documentales**, se actualizó y modificó la planilla con la que se lleva registro de los ensayos realizados. Se determinó un criterio de selección de muestras para trabajar en conjunto con los gerentes de producción y llevar rigurosamente las muestras que se deben producir en el mes.

En relación a los **cambios estructurales del laboratorio**, se realizaron las siguientes modificaciones:

- a. Mantenimiento del dispositivo de apoyo/matrices (cambio de goma y pintura).

Véase imagen 5.28 y 5.29.

- b. Estante para guardar tornillos a utilizar en ajuste de muestra plana y para colgar cabeza phantom.

En la siguiente imagen se adjunta la representación de lo mencionado.



FIGURA 5.59 - Estantes para ajustes. Fuente: Elaboración propia.

- c. Carpetas para mantener registros.
- d. Colocación de mesa de trabajo.
- e. Mantenimiento de la cabeza phantom.
- f. Incorporación de cajas para guardar los elementos necesarios para realizar el ensayo.

#### **5.10.4. Cambios sobre ensayo de resistencia a la temperatura.**

En relación con los **cambios documentales**, se actualizó y modificó la planilla con la que se lleva registro de los ensayos realizados. Se determinó un criterio de selección de muestras para trabajar en conjunto con los gerentes de producción y llevar rigurosamente las muestras que se deben producir en el mes.

En relación a los **cambios estructurales del laboratorio**, se realizaron las siguientes modificaciones:

- a. Carpetas para mantener registros.
- b. Incorporación de cajas para guardar los elementos necesarios para realizar el ensayo.
- c. Control de seguridad sobre hornalla y garrafa a utilizar (control de pérdida de gas).

d. Cambio de hornalla.

Esto es debido a que, en los primeros ensayos realizados, el tiempo de realización era muy elevado ya que el agua tardaba demasiado tiempo en hervir. Con este cambio, dicho inconveniente fue solucionado.

En la siguiente imagen se adjunta la representación de lo mencionado.



FIGURA 5.60 - Hornalla utilizada para la realización del ensayo. Fuente: Elaboración propia.

e. Mantenimiento de dispositivo de apoyo.

**5.10.5. Cambios sobre ensayo de distorsión óptica e imagen secundaria.**

Conforme a los **cambios documentales**, se actualizó y modificó la planilla con la que se lleva registro de los ensayos realizados. Se determinó un criterio de selección de muestras para trabajar en conjunto con los gerentes de producción y llevar rigurosamente las muestras que se deben producir en el mes.

En cuanto a los **cambios estructurales del laboratorio**, se realizaron las siguientes modificaciones:

- a. Carpetas para mantener registros.
- b. Incorporación de cajas para guardar los elementos necesarios para realizar el ensayo.
- c. Mantenimiento del proyector y caja de iluminación.

Se crearon dos cajas de iluminación con las cuales se ilumina el parabrisas a ensayar mediante la utilización del calibre de control máximo y mínimo. Véase imagen 5.53.

- d. Creación de calibres de control junto con su certificado de calibración.

Se calcularon las medidas correspondientes de cada uno de los calibres de control (máximo y mínimo; zona A y zona B) y luego se enviaron a verificar dichas medidas.

- e. Pintura de pantalla a ser proyectada.
- f. Modificación de laboratorio para la correcta posición del proyector.

Como se explicó anteriormente dentro del desarrollo del procedimiento del ensayo, se requieren 8 metros en total para poder realizarlo (desde la pantalla proyectada hasta el proyector). Para poder cumplir con esta medida se realizó una modificación sobre la puerta del laboratorio y la mesa regulable en donde apoya el proyector. Dichos cambios pueden observarse en la imagen presentada a continuación.



FIGURA 5.61 - Modificación de estructura de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.

#### **5.10.6. Cambios generales a todos los ensayos.**

Los cambios generales realizados sobre el laboratorio fueron los siguientes:

- a. Orden y limpieza del lugar de trabajo.
- b. Cambio de ubicación de las piezas de desarrollo.

Se llevó las piezas a otro sector de la empresa dejando únicamente el laboratorio para cuestiones de referidas a calidad.

- c. Se identificaron y dividieron los elementos a utilizar en cajas con sus correspondientes etiquetas.
- d. Estantes para la colocación de piezas a ensayar y/o desechar.
- e. Arreglo del cielorraso para evitar futuras manchas de humedad.
- f. Pintado de paredes.

Mientras que, los cambios realizados sobre la torre de lanzamiento fueron:

- a. Mantenimiento del panel de control.

En los primeros ensayos realizados se demoraba demasiado tiempo por fallas en la interacción con la torre de lanzamiento. Por este motivo, se realizó un mantenimiento del panel de control para hacer funcionar correctamente las intervenciones de los botones desmagnetizadores, de elevación, de encendido y apagado de la torre de lanzamiento. De este modo, se pudo solucionar el inconveniente planteado.

- b. Colocación de mesa de trabajo.
- c. Pintado de paredes.
- d. Identificación de líneas guías de dispositivo de apoyo de la muestra.

De esta manera, se evita realizar movimientos repetitivos que demoran tiempo a la hora de ubicar el dispositivo de impacto sobre el centro de gravedad de la muestra a ensayar.

## **6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

En este capítulo, se presentan los resultados más significativos del trabajo realizado. Para analizar y dar a conocer los mismos, el autor realizó las siguientes tablas resumen que se presentan a continuación.

TABLA 6.1 - Resultados obtenidos de los ensayos sobre vidrios laminados.

	<b>Resultados positivos</b>	<b>Resultados negativos</b>
Impacto con esfera	25	1
Distorsión óptica	22	0
Imagen secundaria	22	0
Impacto con cabeza phantom	22	5
Resistencia a la alta temperatura	6	0
<b>TOTAL</b>	<b>97</b>	<b>6</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>93.8 %</b>	<b>6.2 %</b>

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 6.2 - Resultados obtenidos de los ensayos sobre vidrios templados.

	<b>Resultados positivos</b>	<b>Resultados negativos</b>
Impacto con esfera	30	2
Fragmentación	43	6
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>8</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>89 %</b>	<b>11 %</b>

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los resultados obtenidos, se puede observar que el trabajo realizado dentro de la empresa está conforme a lo establecido dentro de la norma en cuestión. Como puede notarse, en la gran mayoría los ensayos llevados a cabo se obtuvieron resultados positivos con una efectividad mayor al 89% en cada uno de ellos. Incluso en aquellos ensayos con resultados negativos, se encontraron las posibles causas y



se dio solución a cada una de ellas, por lo que podrían considerarse aprobados al ensayarlos nuevamente en un futuro cercano para su verificación. De esta manera, la empresa, en caso de que así lo disponga, se podría asegurar una futura certificación de la norma con resultados sumamente positivos.

El autor hace notar que las tablas reflejan el cumplimiento del objetivo general del proyecto integrador, es decir la correcta aplicación de la Norma. Dicho aspecto junto con el relevamiento inicial realizado en la empresa, dieron solución a los diversos problemas mencionados al inicio del proyecto integrador y generó beneficios muy notorios y definidos dentro de la misma, los cuales se mencionan a continuación:

- a) **Confiabilidad por parte de los clientes.** Como se mencionó a lo largo del desarrollo de este proyecto, los clientes buscan cada vez más, empresas que dispongan de certificados de calidad que los acrediten de forma oficial y objetiva como una empresa confiable.
- b) **Mejora en el proceso productivo.** Una correcta implantación proporcionó a la empresa procesos internos más eficaces, eliminación de documentación innecesaria y una actualización de registros/instructivos.  
La mejora en este aspecto es notoria dentro de la organización debido a que los resultados obtenidos sobre los controles de calidad interno del proceso productivo de la empresa fueron satisfactorios.
- c) **Ayuda a la consecución de los objetivos empresariales.** El cumplimiento de todos los beneficios antes mencionados llevó a que se cumplan con los objetivos empresariales.

El autor concluye que, al establecer esta nueva metodología, se solucionaron los problemas que existían dentro de la empresa. Además, el autor considera que hubo una optimización de los procesos productivos y organizacionales para cumplir con las expectativas de los clientes actuales y futuros.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Cámara de comercio de España. (21 de febrero de 2017). La importancia de implementar normas de calidad en tu empresa: ISO 9001. Camara.es. <https://www.camara.es/blog/innovacion-y-competitividad/la-importancia-de-implementar-normas-de-calidad-en-tu-empresa-iso>

Cámara del Vidrio Plano y sus Manufacturas de la República Argentina (CAVIPLAN). (s.f.). Manual del vidrio plano. Cuarta edición.

Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE). (2014). Reglamento no 43 - Disposiciones uniformes relativas a la homologación de los materiales de acristalamiento de seguridad y su montaje en los vehículos.

Fernando Font. (s.f.). Informe de Medida de viscosidades elevadas por descarga incompleta de copa ford.

Guardian glass. (s.f.). Como se fabrica el vidrio. [www.guardianglass.com](http://www.guardianglass.com). Recuperado el día 10 de junio de 2022 de <https://www.guardianglass.com/la/es/why-glass/understand-glass/how-glass-is-made>

Guía del vidrio laminado. (s.f.). SOLUTIA.

Hanna Instruments Colombia. (16 de septiembre de 2016). Uso de medidores de ECTDS HI 98311 HI 98312 [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=BMe2KaBPK8Q>

Hanna instruments. (s.f.). Manual de instrucciones HI 98311 - HI98312 Medidores impermeables de CE/TDS y temperatura.

Henry Mintzberg. (s.f.). Diseño de organizaciones eficientes. McGill University Segunda reimpresión.

Ing. Claudina Beale. (s.f.). Apunte de gestión de la calidad. Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de ciencias exactas, físicas y naturales.

Ivan Torres. (s.f.). Cómo realizar un control de calidad a tu producto o servicio. Iveco Consultores. <https://iveconsultores.com/control-de->



Norma Argentina IRAM - AITA 1-H3 - Parte 7 - Determinación de la resistencia al impacto con esfera. (2015). Asociación de Ingenieros y Técnicos del Automotor en conjunto con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Norma Argentina IRAM - AITA 1-H3 - Parte 8 - Determinación de la resistencia a la alta temperatura. (2014). Asociación de Ingenieros y Técnicos del Automotor en conjunto con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Norma Argentina IRAM - AITA 1-H3 - Parte 9 - Determinación de la resistencia a la abrasión. (1998). Asociación de Ingenieros y Técnicos del Automotor en conjunto con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Norma Argentina IRAM - AITA 1-H3 - Parte 10 - Determinación de la resistencia a la radiación. (1998). Asociación de Ingenieros y Técnicos del Automotor en conjunto con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Norma Argentina IRAM - AITA 1-H3 - Parte 11 - Determinación de la resistencia a la humedad. (1998). Asociación de Ingenieros y Técnicos del Automotor en conjunto con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Norma Argentina IRAM - AITA 1-H3 - Parte 12 - Determinación de los desvíos cuando son sometidos a verificación dimensional. (1998). Asociación de Ingenieros y Técnicos del Automotor en conjunto con el Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Poder ejecutivo - nacional. (20 de noviembre de 1995). Decreto 779/1995.

Vidrio Templado: Propiedades y Aplicaciones. (s.f.). Arquitectura. <https://aq4arquitectura.com/vidrio-templado-propiedades-y-aplicaciones/>

Vidrioservice Web. (16 de marzo de 2021). ¿Cómo se fabrica el vidrio laminado?. Vidrioservice.com. <https://vidrioservice.com/como-se-fabrica-el-vidrio-laminado/>