PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VIDRIO BLINDADO DE LA EMPRESA LUXURY GLASS COORPORATION S.A.S, BAJO LA METODOLOGÍA DE LEAN MANUFACTURING.

LUIS CARLOS RODRIGUEZ ALDANA

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

BOGOTÁ

SEPTIEMBRE 2022

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VIDRIO BLINDADO DE LA EMPRESA LUXURY GLASS COORPORATION S.A.S, BAJO LA METODOLOGÍA DE LEAN MANUFACTURING.

LUIS CARLOS RODRIGUEZ ALDANA

Tesis de grado presentada como requisito

Para optar al título de Ingeniero de Producción

DIRECTOR

M.S.c. ROBINSON PACHECO

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

BOGOTÁ

SEPTIEMBRE 2022

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del presidente del jurado

_____

Firma del jurado

_____

Lugar y Fecha

Tabla de contenido

DEDICATORIA 7

AGRADECIMIENTOS 7

INTRODUCCIÓN 8

1.DIAGNÓSTICO LEAN MANUFACTURING 10

1.1 MUDAS EXISTENTES, DESPERDICIO POR MOVIMIENTOS 10

1.2 DESPERDICIO POR TRANSPORTACIÓN 11

1.3 DESPERDICIO POR CORRECCIÓN 11

1.4 DESPERDICIO POR INVENTARIO 12

1.5 DESPERDICIO POR ESPERA 12

1.6 DESPERDICIO POR SOBRE PROCESAMIENTO 13

1.7 DESPERDICIO POR SOBREPRODUCCIÓN 13

1.8 DEFINICION DEL PROBLEMA 13

1.9 JUSTIFICACIÓN 14

2.INFORMACIÓN DE LA EMPRESA 15

2.1 DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO 15

2.1.1 Misión 15

2.1.2 Visión 15

2.1.3 Valores corporativos 16

2.2 OBJETIVOS 16

2.2.1 Objetivo general 16

2.2.2 Objetivos específicos 16

2.2.3 Alcance del proyecto 17

3.DESARROLLO DEL PROYECTO 18

3.1 METODOLOGÍA 18

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA. 18

3.3 Descripción de Producto. 18

3.3.1 Blindaje Transparente 19

3.3.2 Familia de Productos 21

3.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESO 23

3.4.1 Diagramas de flujo 25

3.5 PROCESO DE DISEÑO 28

4.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 29

4.1 LEAN MANUFACTURING. (MANUFACTURA ESBELTA) 29

4.2 VALUE STREAM MAPPING O MAPEO DE CADENA DE VALOR (VSM) 29

4.3 KAIZEN 32

4.3.1 Fabricación de Moldes llenos. 37

4.3.2 Método de fabricación de los moldes llenos. 38
4.3.3 Características de curvatura y homogeneidad de los vidrios blindados. 41
4.3.4 Delaminación 45
4.4 CINCO ESES 5 S 45
4.4.1 .....Aplicabilidad de la Herramienta 5S en la planta de Producción de Luxury Glass. 46
4.4.2 Planeación para la implementación de la primera S -Seiro 46
4.4.3 Planeación para la implementación de la segunda S – Seiton. 48
4.4.4 Planeación para la implementación de la tercera S -Seiso 51
4.4.5 Resultados 5S. 54
5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 55
5.1 CONCLUSIONES. 55
5.2 RECOMENDACIONES. 56
5.3 TRABAJO FUTURO. 57
BIBLIOGRAFÍA 58
ANEXOS 59
Anexo A 59

TABLA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 EJEMPLO DE VIDRIOS BLINDADOS CON DIFERENTES TAMAÑOS, BORDES Y PINTURAS. 19
ILUSTRACIÓN 2 DESCRIPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS PIEZAS DENTRO DEL VEHÍCULO 20
ILUSTRACIÓN 3 DESCRIPCIÓN Y CODIFICACIÓN PIEZAS GENERALES 21
ILUSTRACIÓN 4 DESCRIPCIÓN DE PARABRISAS 22
ILUSTRACIÓN 5 DESCRIPCIÓN DE PUERTAS DELANTERAS 22
ILUSTRACIÓN 6 DESCRIPCIÓN DE CABINAS 23
ILUSTRACIÓN 7 DESCRIPCIÓN DEL VIDRIO TRASERO, MEDALLÓN, O LUNETA. 23
ILUSTRACIÓN 8 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARTE 1 26
ILUSTRACIÓN 9 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARTE 2 27
ILUSTRACIÓN 10 ALMACENAMIENTO DE MOLDES DE CURVADO 34
ILUSTRACIÓN 11 ALMACENAMIENTO DE MOLDES 34
ILUSTRACIÓN 12 MOLDES DE CURVADO PROPUESTOS 35
ILUSTRACIÓN 13 MOLDE LLENO CON UNA CURVATURA CONSTANTE Y UNA SOLA ESTRUCTURA 39
ILUSTRACIÓN 14 MOLDE LLENO, SECCIONADO, EL RADIO DE CURVATURA CENTRAL 40
ILUSTRACIÓN 15 DESORDEN DE HERRAMENTALES DENTRO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN 46
ILUSTRACIÓN 16 VIDRIOS ORIGINALES, LATERALES ALMACENADOS 49
ILUSTRACIÓN 17 VIDRIOS ORIGINALES, PARABRISAS Y POSTERIORES CONGELADOS ALMACENADOS. 50
ILUSTRACIÓN 18 MOLDES ALMACENADOS SEGÚN CASA FABRICANTE 50

ILUSTRACIÓN 19 ALMACENAMIENTO DE PLANTILLAS PARA CORTE VIDRIOS PARABRISAS, POSTERIORES Y VIDRIOS LATERALES (PUERTAS DELANTERAS, TRASERAS, VENTILETES Y CABINAS) 51
ILUSTRACIÓN 20 FORMATO DE PRÉSTAMO DE VIDRIOS ORIGINALES 52
ILUSTRACIÓN 21 FORMATO DE IDENTIFICACIÓN DE VIDRIOS ORIGINALES 52
ILUSTRACIÓN 22 FORMATO PLANTILLA DE CORTE 53
ILUSTRACIÓN 23 LISTADO DE INVENTARIO DE VIDRIOS ORIGINALES. 54

Listado de tablas

TABLA 1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO 25
TABLA 2 PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN LABORAL 30
TABLA 3 TIEMPOS DE OPERACIÓN 31
TABLA 4 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL ACERO INOXIDABLE 40
TABLA 5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA FABRICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LOS MOLDES LLENOS 41

Tabla de gráficos

GRAFICO 1 ESTADO DE MADUREZ LEAN 10
GRAFICO 2 PORCENTAJES DE RECHAZOS POR ÁREAS 43
GRAFICO 3 CAUSAS DE LOS RECHAZOS 44
GRAFICO 4 VALORES TOTALES DE LAS PIEZAS FABRICADAS EN ESE MES 44

Tabla de Diagramas

DIAGRAMA 1 VSM ACTUAL DE LA COMPAÑÍA 32

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres, quienes, con su ejemplo y palabras de amor y aliento, son testigos de este camino recorrido con sus momentos felices y sus momentos grises y gracias a esas palabras, se está culminando un capítulo más.

AGRADECIMIENTOS

“El señor es mi pastor, nada me faltara, en lugares de delicados pastos me hará descansar, junto a aguas de reposo me pastoreara. Confortara mi alma; me guiara por sendas de justicia por amor de su nombre. Aunque ande en valle de sombra de muerte, no temeré mal alguno, porque tu estarás conmigo; tu vara y tu cayado me infundirán aliento. Preparas mesa delante de mí en presencia de mis adversarios, unges mi cabeza con aceite, mi copa está rebosando, ciertamente el bien y la justicia me seguirán todos los días de mi vida y en la casa del señor morare por largos días”. (Salmo 23).

Agradezco a Dios Todo poderoso, por los favores recibidos, por mi vida y las bendiciones que me ha dado, aun cuando no he sido digno de lo recibido.

Agradezco a mis hermanos, a mi Lu, por sus palabras en los momentos cruciales, su comprensión y su acompañamiento.

Agradezco a mis familiares, a mis amigos, principalmente a Leyla Leiva, Gabriel Rojas, Laura Arévalo y Lorena Díaz ya que sin su ayuda no lo hubiese logrado, ellos han hecho parte de mi camino, celebrando mis logros, dentro y fuera de la institución.

Agradezco a nuestra alma mater, la universidad distrital Francisco José de Caldas, por los aportes como persona y profesional, por instruirme y prepararme como individuos dentro de una sociedad con altos y dinámicos requerimientos, y por generar en mí, compromiso y una gran deuda hacia la sociedad.

Agradezco a todos los docentes, ingenieros y consultores dentro del proceso de formación, en especial al Ingeniero Robinson Pacheco, quien asumió este compromiso, me brindo su ayuda, su conocimiento de manera incondicional, para la culminación de este proyecto.

Agradezco a Luxury Glass Corporations S.A.S, en especial a Julio Alberto Hernandez Aguja y todo el equipo de trabajo que abrió sus puertas y permitió compartir su conocimiento de este universo llamado vidrio blindado.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad una de las diversas preocupaciones en las organizaciones son el desarrollo y la supervivencia en el mercado, con el uso de nuevas tecnologías, deben desarrollarse nuevos productos y procesos innovadores que contribuyan al desarrollo y crecimiento de la organización, deben imponerse el reto de aumentar los beneficios empleando menos recursos, las compañías japonesas son pioneras en la innovación y eficiencia de los procesos; para lograr esta reputación y éxito desarrollaron las herramientas de Lean Manufacturing o manufactura esbelta.

Dada la alta competitividad que existe en la industria de producción del vidrio a prueba de balas, es una prioridad para la empresa mejorar su proceso productivo, reducir el tiempo de ciclo y disminuir los defectos y rechazos que se presentan durante el proceso. Para cumplir con estos objetivos, este trabajo evalúa algunas propuestas que afectan el proceso productivo de la empresa, en miras a disminuir el tiempo de ciclo del producto.

Se realizará inicialmente un diagnóstico, que permita determinar, el estado actual de esta compañía en relación con la filosofía de Lean Manufacturing, y su posterior adopción de esta filosofía.

Este trabajo es realizado con la finalidad de aplicar algunas herramientas de Lean Manufacturing en el área de Fabricación de Vidrio Blindado de LUXURY GLASS GLASS COORPORATION S.A.S. entre las cuales están Valué Stream Maps, Estandarización, Kaisen, 5S, buscando la reducción del riesgo de accidentalidad, desorganización, desorden y suciedad. El área de fabricación de vidrio blindado se determinó como piloto para la propuesta y desarrollo de la herramienta, con la finalidad de validar los resultados y determinar la posibilidad de aplicarla en los demás procesos de la compañía.

Básicamente con el desarrollo de las 5 S´s se encamina a trasformar el lugar de trabajo por medio de la limpieza, el orden y la seguridad, facilitando las tareas y generando motivación y orgullo al trabajar en áreas libres de elementos innecesarios; de esta forma se selecciona, se ordena, se limpia, se estandariza y se implanta la disciplina.

Con este proyecto se pretende evidenciar las mejoras y los beneficios obtenidos con la aplicación de la herramienta en la planta de fabricación de vidrio blindado, demostrando que el proyecto se ajustó a las necesidades de organización, orden, limpieza y seguridad.

Finalmente se demostrará los beneficios obtenidos con el desarrollo de esta herramienta y las mejoras que se pueden lograr en el área de fabricación. Adicionalmente se pretende servir de guía a los encargados de mejoramiento en la aplicación de la herramienta de las 5 S´s. en otros procesos de la compañía.

1. DIAGNÓSTICO LEAN MANUFACTURING

El autodiagnóstico fue desarrollado bajo la metodología lean manufacturing descrito en el anexo 1, que se fundamenta en entrevistas a las personas que realizan la fabricación del producto y personas de cargos de supervisión, análisis de los procedimientos e instructivos existentes dentro de proceso productivo y su sistema de gestión de calidad, por ultimo acompañamiento de cada una de las operaciones del proceso. Brindándonos los siguientes resultados Grafico 1:

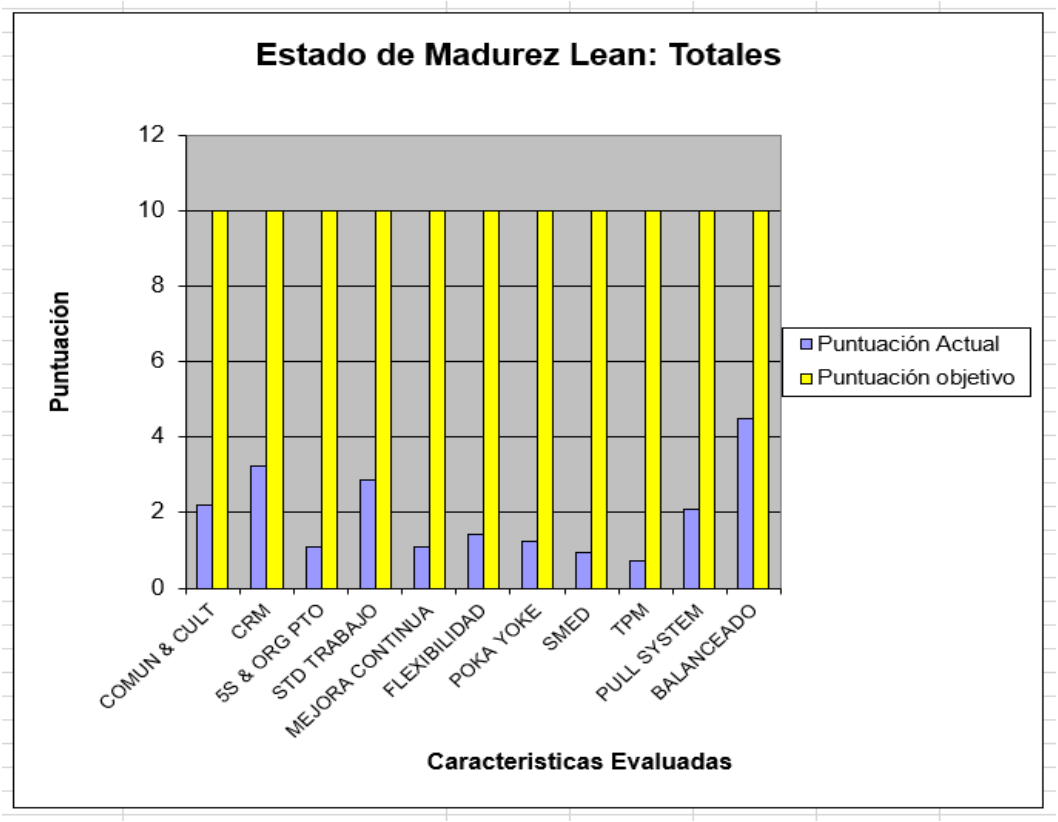


GRAFICO 1 Estado de madurez lean

1.1MUDAS EXISTENTES, DESPERDICIO POR MOVIMIENTOS

Se presenta en los procesos de producción y áreas de servicio, los operarios tienen que realizar movimientos excesivos para tomar partes productivas, herramientas, o realizar desplazamientos excesivos para poder efectuar su operación.

- Movimiento de Lamina de vidrio.
- Modulación de lámina de vidrio innecesaria.
- Duplicidad en el corte por falta o exceso de información.
- Búsqueda de plantillas
- Búsqueda de orden de pedidos.
- Rayado de vidrios por ausencia de limpieza de la mesa de corte y de las plantillas.
- Ausencia de procedimientos y rutinas de trabajo.
- No existe un programa de producción.
- No existen formatos para proceso de fabricación.
- No hay repetibilidad dentro del proceso.
- Las piezas se reprocesan en varias ocasiones.

1.2 DESPERDICIO POR TRANSPORTACIÓN

Excesivo movimiento de transportación de material, entre estaciones de trabajo, áreas de producción, bodegas, etc.

- Transporte de Lamina de vidrio.
- No está identificada por color.
- No está identificado por espesor.
- Plantillas lejos del puesto de trabajo.
- Disposición y distribución errada de planta.
- Uso indebido de equipos.
- Falta de Mantenimiento.
- No hay secuencia entre procesos.
- No existe un orden para el corte de vidrio.
- Se amontonan las piezas cortadas.
- Las piezas rechazadas, son reasignadas para uso local (inventario).
- Los sitios para recepción y almacenamiento de producto terminado son distantes.
- Las MP críticas e insumos son pedidas a granel.
- No se lleva un correcto control de inventarios (Máximos y mínimos)

1.3 DESPERDICIO POR CORRECCIÓN

Todo aquel reproceso, reparación o corrección realizada al producto por problemas de calidad; así mismo la sobre inspección como efecto de la contención de problemas en lugar de su eliminación.

- Se cortan hasta dos veces la misma orden de fabricación.

- No se reportan las mermas.
- No son reportados los reprocesos y estos afectan el inventario.
- No esta estandarizado el proceso.
- No se ajusta repetibilidad en el proceso.
- No hay un programa de mantenimiento.
- No existe un cuidado del proceso.
- Los reprocesos se ven como parte del proceso.
- No existen dispositivos de medición o no son usados correctamente.
- No existe retroalimentación de problemas de calidad.

1.4 DESPERDICIO POR INVENTARIO

Exceso de materiales productivos y materiales industriales.

- No existe retroalimentación de problemas de calidad.
- Programas de producción no están coordinados entre procesos, o no existen.
- Insumos en exceso no requeridos.
- Insumos necesarios sin comprar o demora en el abastecimiento.
- No está establecido modelo de vehículos desarrollados.
- No está establecido que diseño es para cada cliente.
- Se fabrican piezas innecesarias generando stock.

1.5 DESPERDICIO POR ESPERA

Tiempos muertos entre operaciones y/o estaciones de trabajo.

- No existe retroalimentación de problemas de calidad y ocasionan repetir piezas sin la corrección requerida.
- No hay trazabilidad en la producción.
- No hay un estándar de diseño.
- Las piezas carecen de rótulos o información del paso siguiente, generando esperas y rechazos por duplicidad o deterioro.
- Se cree aun en la experticia y memoria del operario.
- Zonas de segregación imaginarias.
- Perdida furtiva de piezas de proceso, rotas y desaparecidas sin soporte.
- Demora para el cliente en las entregas o entregas equivocadas de diseño de los vehículos.

1.6 DESPERDICIO POR SOBRE PROCESAMIENTO

Hacer más de lo requerido por las especificaciones/programación del producto.

- Codificación errada de las piezas terminadas. (se rotula con los logos de otro cliente, generando aumento de stock y demora para el cliente.
- No hay ayudas visuales.
- Se hacen requerimientos de MP e insumos que no se requieren en el momento.
- Las MP son usadas a destiempo.
- No hay programa de producción, todo es urgente.
- Proceso sin estandarización, ni secuenciación.
- Piezas defectuosas por ausencia de criterios de calidad o ausencia de decisión.

1.7 DESPERDICIO POR SOBREPRODUCCIÓN

Hacer más de lo requerido por el siguiente proceso. Entregar más pronto de lo requerido por el siguiente proceso. Hacerlo más rápido de lo requerido por el siguiente proceso.

- No hay programa de producción.
- Pérdidas por operaciones o equipos "Cuello de Botella".

1.8 DEFINICION DEL PROBLEMA

Como resultado de la aplicación de diagnósticos empresariales y reuniones con la dirección de la compañía se ha identificado que no existe documentada la metodología lean manufacturing, ni existe el concepto para la planeación y programación de las actividades de producción. Además, no cuenta con la comprensión del flujo y tiempos de sus procesos productivos, de la gestión de la cadena de aprovisionamiento desde la programación de la producción hasta la entrega al almacén de producto terminado, generando traumatismos en los tiempos de entrega a las blindadoras y al cliente final.

LUXURY GLASS COORPORATION S.A.S, es una empresa dedicada a la manufactura de Vidrio Blindado de Seguridad, fundada en el año 2018, a raíz del crecimiento de la demanda de vehículos blindados se decide crear la compañía dedicada a la fabricación y comercialización de vidrio blindado, laminado multilaminado y proyectos especiales, fabricados con materias primas de alta

calidad, aprobadas por laboratorios certificados entre estos están cristales, poliviniles, poliuretanos, pinturas vitrificables.

LUXURY GLASS COORPORATION S.A.S. se ha constituido en la actualidad como una de las empresas líderes en la fabricación de vidrio blindado de seguridad, y mediante su ensambladora (FOCS) son proveedores de cristales y vehículos blindados de primera y segunda monta para MERCEDES BENZ, además de clientes como blindadoras locales y nacionales , por tal razón debe ajustar la producción y los procesos para responder a los requerimientos de sus clientes, se deben buscar nuevos métodos y procesos para crear valor agregado y mejorar la productividad y reducir sus tiempos de entrega.

La compañía busca certificación en ISO 9001: 2015 ê IATF 16949, para convertirse en proveedor de mercado original. Por esta razón se requiere mejorar los niveles de efectividad de estos requerimientos, ya que son exigencias para sobrevivir en el sector, especialmente en este momento en que sus directivos manifiestan ampliar su capacidad de fabricación, con el objetivo de captar e incrementar su participación e incursionar en mercados internacionales.

1.9 JUSTIFICACIÓN

Para LUXURY GLASS COORPORATION S.A.S, es de gran importancia obtener los beneficios que se tienen por la utilización de la filosofía Lean Manufacturing que se ajuste a su proceso productivo y así realizar controles y mejoras en cada una de las áreas de trabajo.

El proyecto tiene como finalidad brindarle a la organización mejoras en el proceso tanto productivas como administrativas, reflejadas en una mejor imagen corporativa y de servicio; en una estandarización del proceso definido para ajustar los tiempos, localizar los cuellos de botella, reducir los reprocesos que se presenten debido a la no calidad en el proceso, por consecuencia en su producto final, el vidrio blindado; de esta manera contribuir al mejoramiento continuo que permita que la cadena de abastecimiento refleja la mejora requerida.

Para llegar a este fin se han aplicado diferentes tipos de herramientas enfocadas a lograr el objetivo de proponer una filosofía como Lean Manufacturing, realizando la estandarización del proceso mediante estudios de métodos y tiempos, métodos de medición del trabajo y aplicación de las buenas prácticas de manufactura para efectuar un mejoramiento tanto en la eficiencia como en la productividad, y de esta forma garantizar una mejor respuesta a las blindadoras y al cliente final.

En la actualidad es inevitable que cualquier propuesta de mejora continua conlleve a altas inversiones y a un plazo de implementación respetable, por no mencionar los cambios en los sistemas informativos, un factor de riesgo cada vez más

importante en empresas. También es importante resaltar que existe capital humano infravalorado, el cual es un factor muy delicado ya que el rendimiento óptimo de una empresa depende de este capital. Por lo tanto, las empresas que quieran mantener la competitividad deben aprovechar además de las posibilidades técnicas, el potencial de sus trabajadores. La aplicación de herramientas de mejora ofrece una posibilidad para conseguirlo mediante la implantación de pequeñas mejoras, que por muy simples que parezcan, mejoran la eficiencia de las operaciones y lo que es más importante, crean la cultura necesaria para garantizar la continuidad de estas y la participación del personal en la búsqueda de mejoras adicionales (Kaizen).

2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Luxury Glass es una empresa dedicada a la fabricación de vidrio blindado automotriz de gama media y alta, antivandálico y mantenimiento de vidrio blindado para autos, utilizando la experiencia del sector unida a un desarrollo e implementación de tecnología, los mejores materiales del mercado que han probado su efectividad mediante ensayos validados por laboratorios locales certificados. Así mismo, presenta soluciones de seguridad y protección en diferentes proyectos, empresariales, residenciales, comerciales entre otros ofrecerle al usuario seguridad en alternativas que se ajusten al requerimiento y/o necesidades del cliente.

Actualmente, Luxury Glass, posee más de 120 referencias de autos blindados de la mayoría de las casas fabricantes, como lo son: Audi, Bmw, Cadillac, Mercedes, Honda, Lexus, Nissan, Ford, entre otras.

En Luxury Glass, sus socios tienen una experiencia de más de quince años en blindaje automotriz, aprovechando el auge del mercado.

2.1 DIRECCIONAMIENTO ESTRATÉGICO

2.1.1 Misión

Luxury Glass Corporations S.A.S Elabora y comercializa vidrio blindado para vehículo automotor, arquitectura y proyectos especiales. Con el propósito de proteger y salvar vidas a través productos con diseños innovadores siempre pensando en un bienestar, brindado tranquilidad y calidad de vida”.

2.1.2 Visión

Pertenecer al grupo de mejores proveedores de vidrio blindado y primera alternativa en el mercado porque satisfacemos con excelentes servicios y precios competitivos las necesidades de nuestros clientes, ampliando mercado a Sudamérica, Centroamérica se busca ser una empresa líder nacional e internacionalmente. Ser reconocido y referido por nuestro desempeño empresarial, por nuestro cuidado al medio ambiente, por la calidad humana y profesional de nuestros colaboradores.

2.1.3 Valores corporativos

- Enfoque al cliente “Hacer bien lo que más le importa al cliente” El éxito de Luxury Glass, depende del éxito de nuestros clientes, por lo que dirigimos nuestros esfuerzos a satisfacer sus requerimientos y a establecer las relaciones duraderas.
- Compromiso. “Hacer lo necesario y correcto para alcanzar la meta” El desarrollo de Luxury Glass se consigue con personas comprometidas con los objetivos de la empresa y que lideran la iniciativa y los cambios necesarios para conseguirlos de una manera responsable, eficiente y eficaz.
- Calidad e innovación “Hacer las cosas bien desde la primera vez”
- En Luxury Glass, se valora la búsqueda de nuevas formas de aportar valor al cliente, a través de los procesos, productos y servicios de calidad, para satisfacer sus experiencias.
- Espíritu Colaborativo “Hacer las cosas juntos para ganar” En Luxury Glass, para alcanzar los objetivos, valoramos el trabajo en equipo y la comunicación fluida y asertiva.

2.2OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general

Proponer una metodología de mejora del proceso de manufactura de vidrio blindado de la empresa LUXURY GLASS COORPORATION S.A.S, bajo la filosofía de Lean Manufacturing.

2.2.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar mediante la herramienta VSM el estado inicial del proceso de manufactura

- Estandarizar los procesos de la cadena de abastecimiento desde el lanzamiento de órdenes de producción hasta la entrega al almacén de producto terminado mediante la medición del trabajo y un estudio de tiempos.
- Establecer mediante la herramienta Kaisen dentro del proceso de manufactura analizando oportunidades de mejora Establecer las 5´S al interior del proceso de fabricación.
- Contrastar el diagnóstico inicial vs el diagnostico final mediante la herramienta VSM.
-

2.2.3 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto comprende proponer la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing y la utilización de las herramientas VSM, estandarización de procesos, kaisen y 5´S en el proceso de fabricación de vidrio blindado, a partir del lanzamiento de órdenes de producción, hasta la entrega en piso al almacén de producto terminado.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el desarrollo del proyecto está dividida en seis fases apoyada en la combinación de fuentes primarias y secundarias:

- ✓ **FASE 1:** Reuniones con directivos de la compañía y formulación de diagnósticos empresariales para determinar la problemática a desarrollar en el proyecto. Diagnostico bajo el modelo VSM.
- ✓ **FASE 2:** aplicación de la herramienta Trabajo estandarizado y medición del trabajo
- ✓ **FASE 3:** aplicación de la herramienta kaisen en el proceso productivo
- ✓ **FASE 4:** aplicación de la herramienta 5´s en el proceso productivo
- ✓ **FASE 5:** comparación del diagnóstico inicial y final mediante el modelo vsm
- ✓ **FASE 6:** aplicación de la herramienta (TOC) Teoría de las restricciones.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA.

El presente trabajo está enfocado en las mejoras propuestas y presentadas dentro del proceso de fabricación de vidrio blindado para automóviles de gama alta, encontrando allí como principales clientes los concesionarios y las empresas blindadoras de mayor importancia en Colombia.

La mayoría de asignación de proyectos se realiza por intermedio de cotizaciones realizadas por las armadoras de los vehículos; en Bogotá, se cuentan con dos tres grandes empresas, Blinsecurity de Colombia, GMW y Focs Blindajes, seguidas de empresas de Cali, Medellín y Cúcuta, entre otros.

3.3 Descripción de Producto.

Los vidrios blindados o también llamados multilaminados son fabricados a partir de vidrio flotado de varias capas, impreso en su primera capa y entre sus capas lleva unos materiales polímeros de gran resistencia, entre estos se encuentran los

poliuretanos, los poliviniles y los policarbonatos. De igual forma están acompañados de diferentes formas y colores que se observan en la ilustración 1

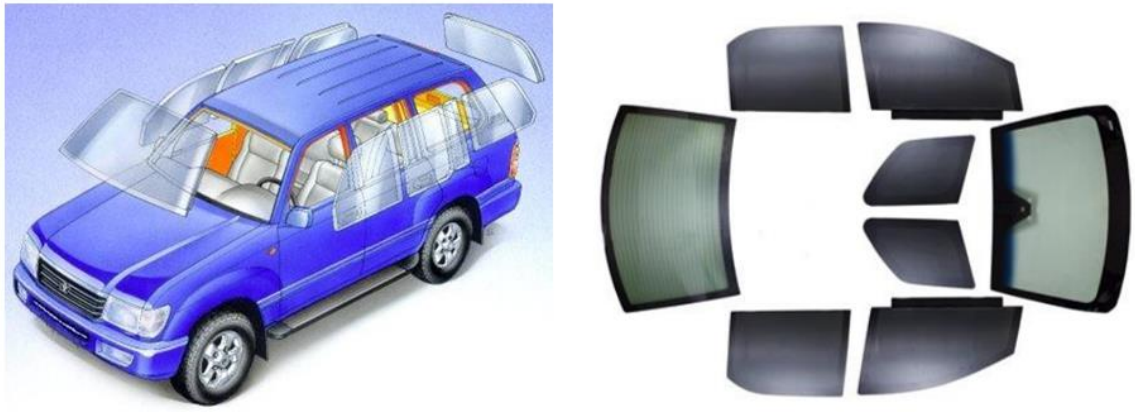


Ilustración 1 Ejemplo de vidrios blindados con diferentes tamaños, bordes y pinturas.

3.3.1 Blindaje Transparente

En el vehículo, los vidrios originales, son reemplazados por cristales laminados de excelente calidad óptica cuyas características balísticas han sido comprobadas por laboratorios acreditados como Indumil y Vitro Colombia.

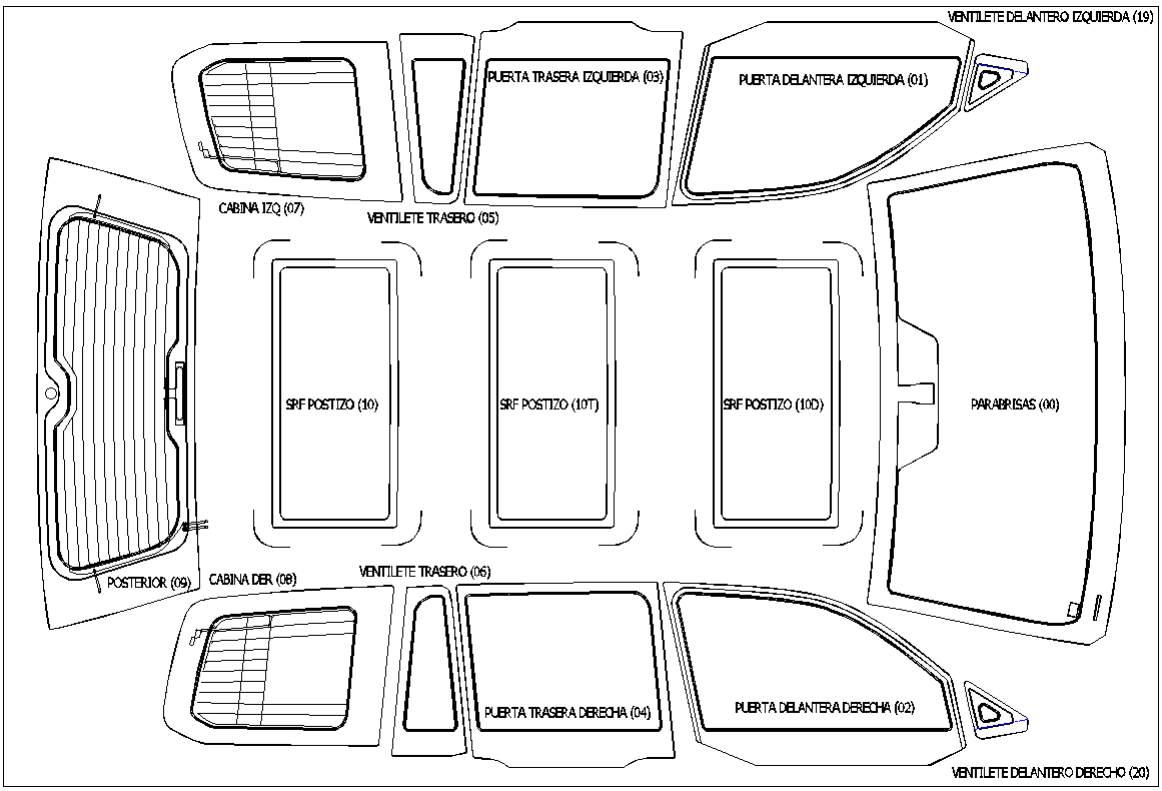


Ilustración 2 Descripción y distribución de las piezas dentro del vehículo

En la ilustración dos podemos observar la distribución y descripción de las piezas del vehículo, para lo cual la compañía ha desarrollado un sistema de codificación general con el fin de estandarizar cada elemento utilizado en el blindaje del vidrio del vehículo, estas se presentan en la ilustración 3.

CODIFICACION PIEZAS LUXURY GLASS COORPORATION SAS		
DESCRIPCION	**ABREVIATURA**	**CODIGO**
PARABRISAS	*PBS*	*00*
PUERTA DELANTERA DERECHA	*PDD*	*01*
PUERTA DELANTERA IZQUIERDA	*PDI*	*02*
PUERTA TRASERA DERECHA	*PTD*	*03*
PUERTA TRASERA IZQUIERDA	*PTI*	*04*
VENTILETE TRASERO IZQUIERDO	*VTI*	*05*
VENTILETE TRASERO DERECHO	*VTD*	*06*
CABINA IZQUIERDA	*QI*	*07*
CABINA DERECHA	*QD*	*08*
POSTERIOR	*POS*	*09*
SUNROOF DELANTERO	*SRF D*	*10D*
SUNROOF TRASERO	*SRFT*	*10T*
PUERTA TRASERA EXTENDIDA DERECHA	*PTEXD*	*12*
PUERTA TRASERA EXTENDIDA IZQUIERDA	*PTEXI*	*11*
VENTILETE DELANTERO IZQUIERDO	*VDI*	*19*
VENTILETE DELANTERO DERECHO	*VDD*	*20*

Ilustración 3 Descripción y codificación piezas generales

3.3.2 Familia de Productos

- ✓ **Parabrisas:** Originalmente vienen laminados, los cuales están compuestos de dos vidrios flotados monolíticos, unidos por un Polivinil butiral (PVB), su composición está dada de la siguiente manera: (cristal 2.5mm+PVB 0.76mm+cristal 2.5mm). Estas piezas traen dentro de su composición estética accesorios como VIN, ANTENAS, CONECTORES, SENSOR DE CAMARA, SENSOR DE LLUVIA, existe casas fabricantes que poseen más de 16 tipos de parabrisas, con serigrafías y accesorios diferentes. Las diferencias las podemos observar en la ilustración cuatro
- ✓ **Puertas delanteras:** Estas, en su mayoría su presentación son vidrios templados cilíndricos, manufacturados en hornos de temple horizontal cilíndrico, se procesan en espesores de 3.5mm hasta 5mm, algunas marcas de vehículos de gama alta los instalan laminados. Lo mismo ocurre para las puertas traseras y los ventiletes delanteros y traseros. Vistos en la ilustración cinco.
- ✓ **Cabinas:** Su fabricación es similar a las puertas delanteras, pero una de las diferencias radica en que estas piezas traen serigrafía, los espesores están

dentro del orden de 3.5mm a 6mm, según la casa fabricante. Descrito en la ilustración seis.

- ✓ **Vidrio trasero, medallón, o luneta:** Son vidrios templados su fabricación es en hornos horizontales cilíndricos, o esféricos fabricados en hornos de convección por gravedad, estos son presentados en espesores de 4mm a 6mm. Descrito en la ilustración siete.

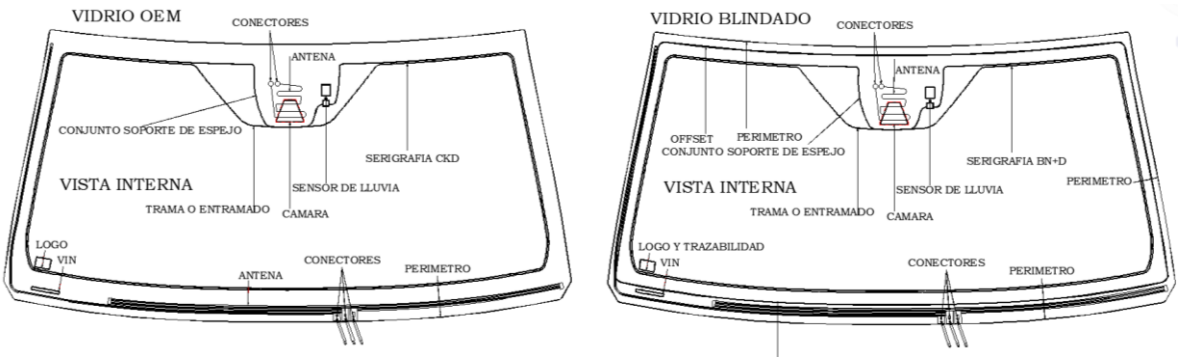


Ilustración 4 Descripción de parabrisas

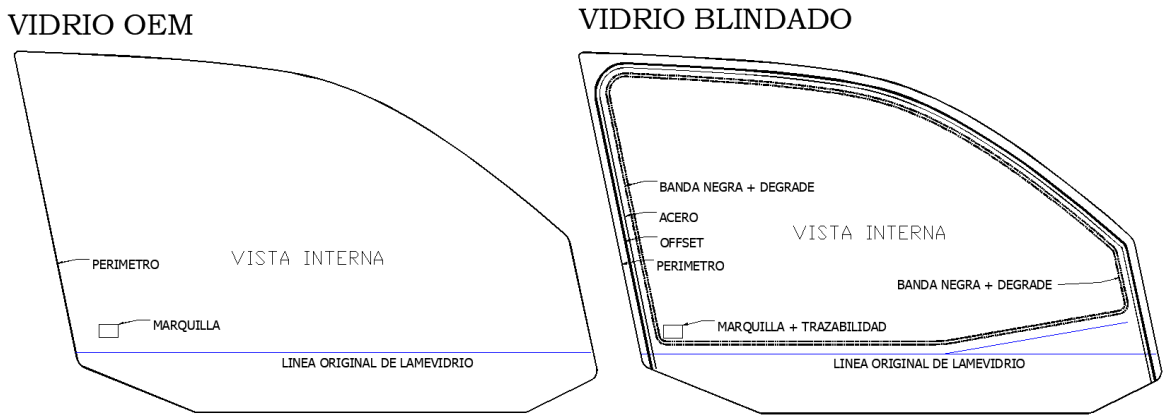


Ilustración 5 Descripción de Puertas delanteras

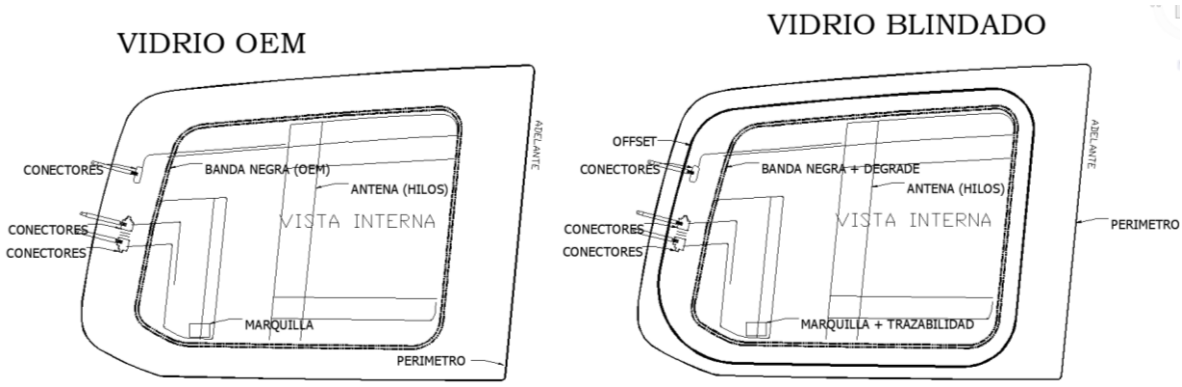


Ilustración 6 Descripción de Cabinas

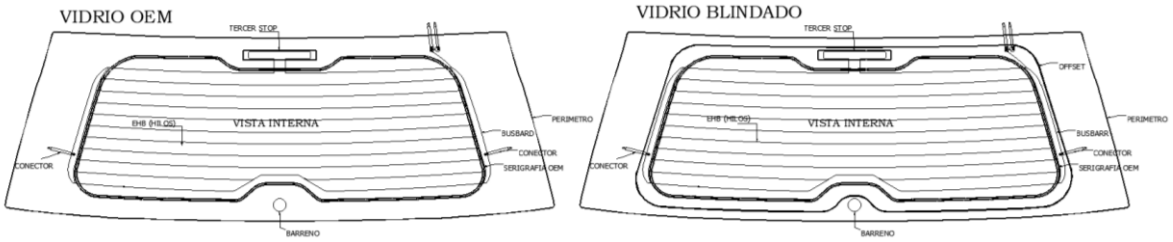


Ilustración 7 Descripción del Vidrio trasero, medallón, o luneta.

3.4DESCRIPCIÓN DE PROCESO

El proceso de fabricación está dividido en dos procesos en donde la primera costa cuando el vehículo ya lo tiene desarrollado la compañía, y el segundo cuando no está desarrollado el modelo o son modelos recientes al año 2022. En la tabla 1 se describe cada uno de las operaciones de fabricación.

OP No.	ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA	CANT DE OPERARIOS
1	**Corte**	Es realizado mediante una plantilla de poliestireno, madeflex o PC reutilizado; esta plantilla es tomada del vidrio original o muestra suministrada. Y son cortados de acuerdo con la orden de	Toyo (1) Pinzas	1

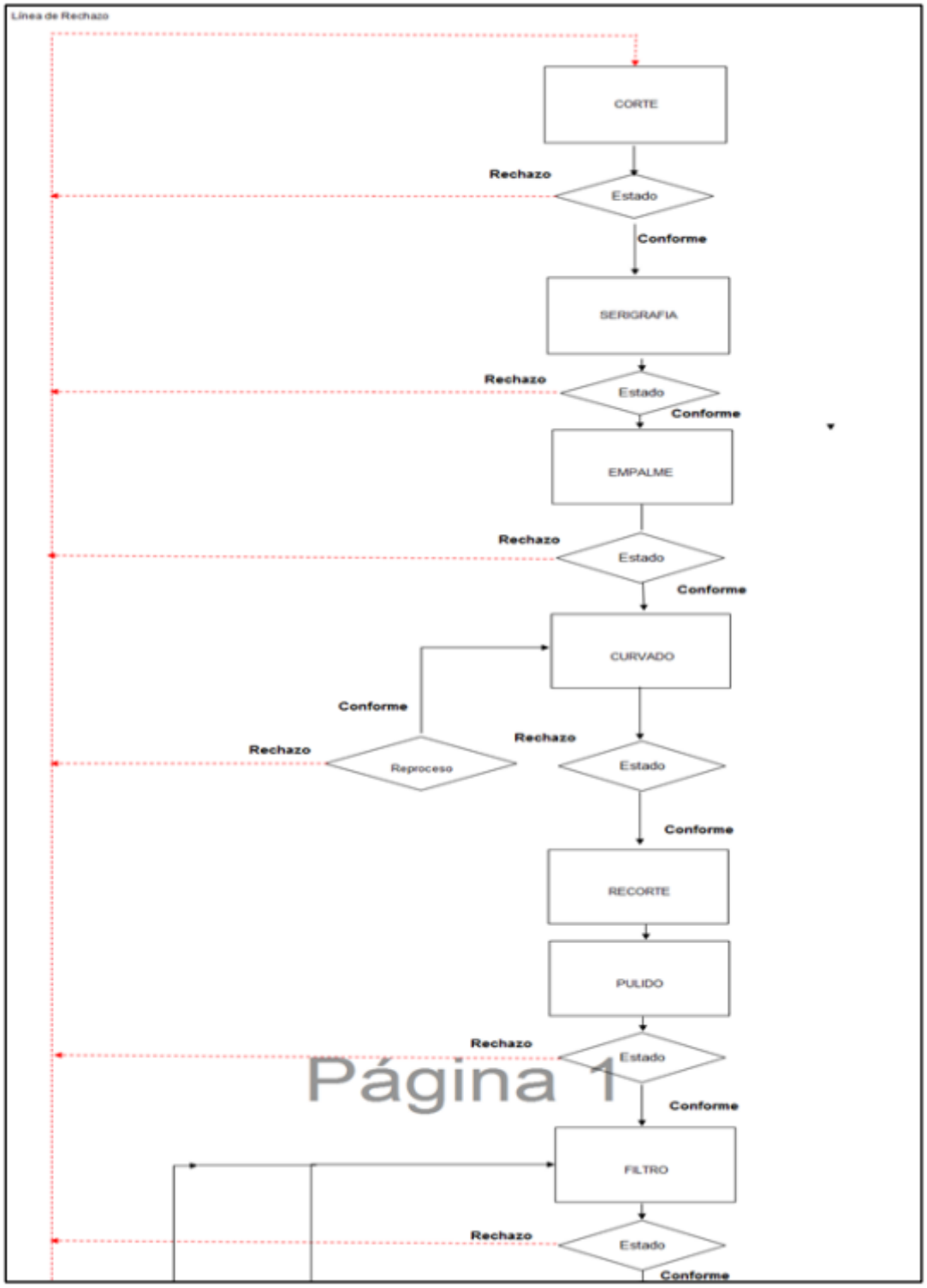
OP No.	ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA	CANT DE OPERARIOS
		producción.		
2	**Fileteado y/o Pulido**	Los vidrios cortados según la orden de producción, se les quita el filo, para evitar cortes.	Pulidora (1)	1
3	**Pintura ò Serigrafía**	El vidrio cortado y fileteado, llamado de pintura, se le aplica un recubrimiento de pintura vitrificable.	Aerógrafo	2
4	**Vitrificado**	Consiste en un quemado de la pintura.	Horno	1
5	**Armado o empalme.**	Consiste en tomar los vidrios, según la orden de fabricación, e incluirles talco para evitar el pegado entre estos.	Aerógrafo (1)	2
6	**Curvado**	Proceso, mediante la utilización de un molde, se le da la forma de curvado según la pieza.	Molde. (1) Horno de curvado.	2
7	**Pulido 1**	Proceso de pulido o acabado del vidrio de pintura, o primer vidrio.	Pulidora (1)	2
8	**Recorte**	Consiste en recortar sobre el vidrio de pintura los siguientes vidrios, denominados de paquete.	Toyo (1)	1
9	**Curvado Aceros**	Consiste en darle forma (curva) al acero que va empotrado dentro de la pieza.	Martillo (2) Llaves (2)	1
10	**Pulido 2**	Proceso de pulido o acabado de los vidrios de paquete.	Pulidora (1)	2

OP No.	ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MAQUINARIA	CANT DE OPERARIOS
11	**Corte Pc**	Consiste en tomar el ultimo vidrio del paquete, marcarlo en el PC y cortarlo al mismo tamaño	Caladora (1) Pulidora (1)	1
12	**Ensamble**	De acuerdo con la orden de fabricación, los vidrios son ordenados, fijados e incluidos los materiales como PVB, PU, PC.	Reglilla (1). Termohigrómetro (1) Flexómetro (1)	2
13	**Embolsado**	Los vidrios ensamblados, son colocados en una bolsa plástica especial, y extraído el aire dentro de ella.	Compresor. (1) Vacuómetro (1)	2
14	**Autoclave**	Proceso de temperatura, presión y vacío, en el que los materiales fluyen y compactan con los vidrios.	Autoclave. (1) Compresor (1) Caldera (1)	1
15	**Acabado**	Proceso de terminación, acabado superficial del vidrio blindado.	Maquita (1) Mogolla de caucho. (1)	2
16	**Empaque**	Proceso de adecuación de los vidrios blindados dentro de los guacales, para su despacho al cliente.	Martillo (1) Guacales	2

Tabla 1 Descripción del proceso productivo

3.4.1 Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo ayudan y soportan la toma de decisiones en el paso a paso la de organización y estandarización del proceso, pudiendo identificar cada una de las operaciones y los cuellos de botella en donde se identifique las mejoras. En la ilustración 8 y 9 se identifica el proceso de blindado.



Página 1

Ilustración 8 Diagrama de flujo de proceso parte 1

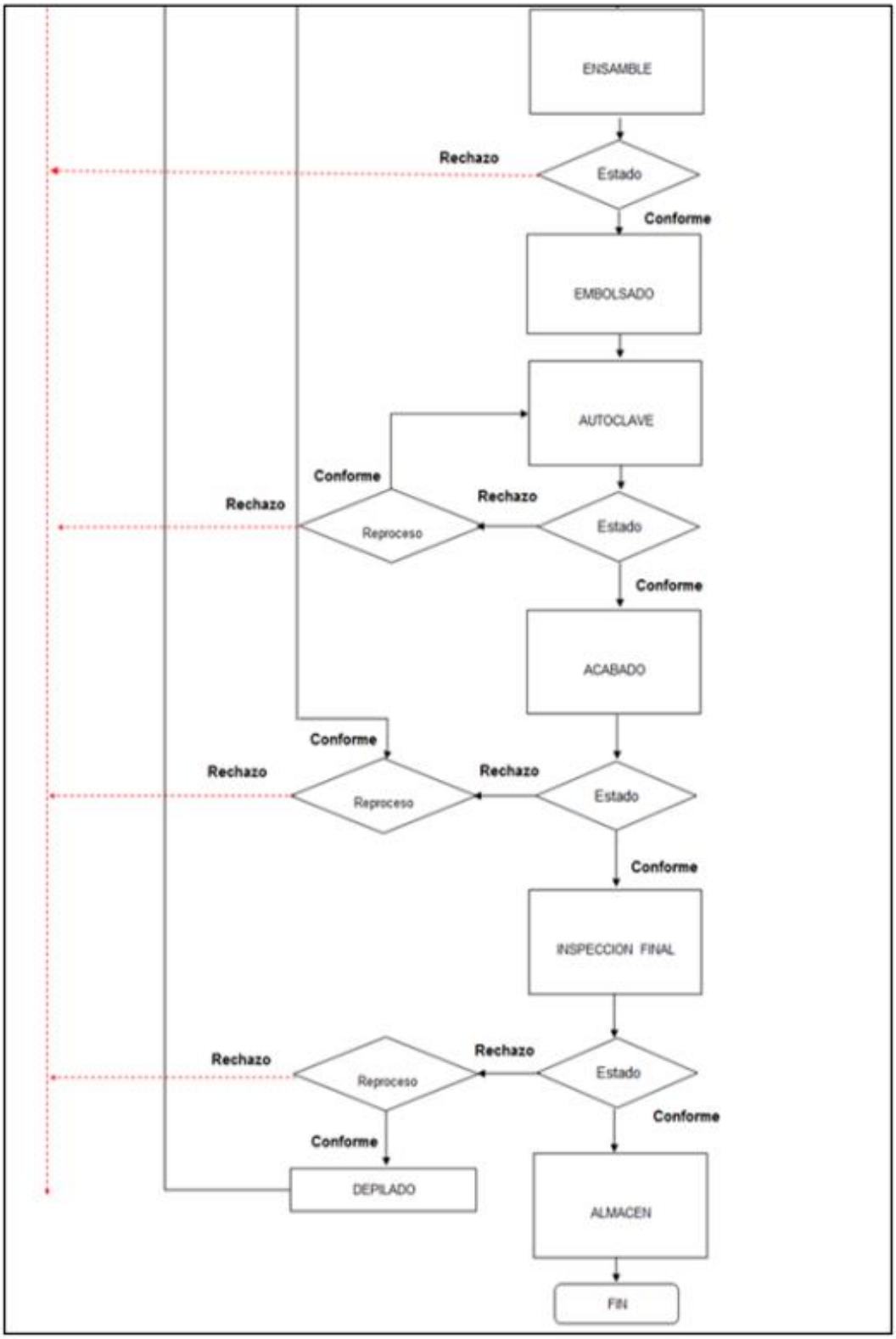


Ilustración 9 Diagrama de flujo de proceso parte 2

3.5PROCESO DE DISEÑO

Este proceso aplica cuando el vehículo no lo tiene desarrollado la empresa. Los vidrios son rayados y congelados, de acuerdo con requerimientos y compromisos comerciales. Este proceso consiste en fijar varillas de ½" pulgada en contorno de los vidrios fijos, como el Parabrisas y el vidrio posterior; algunas cabinas son congeladas dependiendo su tamaño.

- ✓ El rayado se realiza de manera externa para determinar el tamaño y las características de la serigrafía.
- ✓ El rayado interno define los tamaños de los paquetes de los vidrios, los aceros; así como el tamaño definitivo de las redes, las antenas y si estas fijaran su posición en el cristal de pintura o en el paquete.

Los vidrios rayados y congelados son recibidos en la planta, para el inicio del proceso.

- ✓ Fabricación de herramentales, (Moldes de Curvado, plantillas de corte).
- ✓ Digitalización de vidrios en AutoCAD, elaboración de mallas de serigrafía, aceros, antenas, redes eléctricas. (Aún no está normalizado se encuentra en etapa de implementación)
- ✓ Elaboración de Ordenes de fabricación LG o S. (Aún no está normalizado se encuentra en etapa de implementación)
- ✓ Cada pieza, lleva una hoja rutera o de fabricación, para el inicio del proceso dentro de la planta de vidrios. (Aún no está normalizado se encuentra en etapa de implementación)
- ✓ El acompañamiento del modelo nuevo a fabricar se realiza en todas las etapas del proceso, hasta su despacho.
- ✓ Para las ordenes de fabricación que no requieren diseño previo, son enviadas a fabricación de acuerdo con cronograma de corte preestablecido, de ahí la importancia en el llenado de la información completa y verídica en el formato de solicitud de vidrios blindados llenados por comercial. (Aún no está normalizado se encuentra en etapa de implementación)

4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

4.1LEAN MANUFACTURING. (MANUFACTURA ESBELTA)

El Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, se apoya en una serie de herramientas como son: los sistemas Kaizen, las 5's el trabajo estandarizado, entre otros. Las herramientas de este tipo de manufactura han sido desarrolladas por la Compañía Toyota, a partir de la década de 1950, con el objetivo de que dichas herramientas aporten al mejoramiento y la optimización de los procesos de las empresas. Ballesteros afirma que Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, es una estrategia de producción compuesta por herramientas dirigidas a eliminar operaciones que no agregan valor al producto (bienes tangibles o intangibles) y a los procesos, logrando reducir o eliminar desperdicios y mejorar el ambiente de trabajo. En este orden, "el valor de la manufactura esbelta es eliminar todos los desperdicios, eliminar todas las operaciones que no le agreguen valor al producto, servicio o procesos, eliminando así todo lo que no se requiere para agregar valor al proceso".

4.2VALUE STREAM MAPPING O MAPEO DE CADENA DE VALOR (VSM)

Es una herramienta de gestión Lean Manufacturing que utiliza símbolos, métricas y flechas para mostrar y mejorar el flujo de inventario y de información requerida para generar un producto o servicio que se entrega a un consumidor, buscando que este solo pague las actividades que le generan valor al producto.

A continuación, relaciono métricas tomadas:

Las unidades fabricadas en los años anteriores a partir del año 2020 al 2022.







VARIABLE	OPERACIÓN	RESULTADO	MEDIDA
Jornada laboral		10	Horas
Tiempo de almuerzo		1	Horas
Numero de turnos		1	Diario
Dias habiles por mes		22	Dias
Demanda Mensual		352	Unidades
Tiempo Disponible Horas	(10-(1))	9	Horas
Tiempo Disponible Minutos	((9 horas*60 min))	540	Min/dia
Tiempo Disponible segundos	((9 horas*60 min*60 seg))	32400	Seg/dia
Demanda diaria	(352/22)	16	Unidades/dia
Scrap		7	Unidades
Demanda diaria	(480*(0,85))/(352/22)*(1,04)	25	min/und

Tabla 2 Parámetros de programación laboral

SUBPROCESOS DE FABRICACION			
ITEM	SUBPROCESO	TIEMPO EN MIN	TIEMPO EN SEG
1	CORTE	13	780
2	FILETEADO	5	300
3	PERFORADO	20	1200
4	SERIGRAFIA1	140	8400
5	SERIGRAFIA2	140	8400
6	VITRIFICADO	360	21600
7	ARMADO Y ENTALCADO	5	300
8	CURVADO	420	25200
9	PULIDO DE PINTURA	14	840
10	RECORTE	12	720
11	PULIDO2	5	300
12	MARCO ACERO	40	2400
13	CORTE PC	12	720
14	ENSAMBLE	15	900
15	EMBOLSADO	10	600
16	AUTOCLAVE1	700	42000
17	AUTOCLAVE2	20	1200
18	ACABADO	14	840
19	EMPAQUE	20	1200

Total t en minutos	1965
Total t en horas	32,75
Total t en segundos	117900

SUBPROCESOS DE FABRICACION				
ITEM	SUBPROCESO	OPERACIONES AGRUPADAS	TIEMPO EN MIN	TIEMPO EN SEG
1	CORTE	1	13	780
2	FILETEADO		5	300
3	PERFORADO		20	1200
4	SERIGRAFIA1	2	140	8400
5	SERIGRAFIA2		140	8400
6	VITRIFICADO		360	21600
7	ARMADO Y ENTALCADO		5	300
8	CURVADO	3	420	25200
9	PULIDO DE PINTURA		14	840
10	RECORTE		12	720
11	PULIDO2		5	300
12	MARCO ACERO		40	2400
13	CORTE PC		12	720
14	ENSAMBLE	4	15	900
15	EMBOLSADO		10	600
16	AUTOCLAVE1		700	42000
17	AUTOCLAVE2		20	1200
18	ACABADO	5	14	840
19	EMPAQUE		20	1200

Total t en minutos	1965
Total t en horas	32,75
Total t en segundos	117900

SUBPROCESOS DE FABRICACION				
ITEM	SUBPROCESO	OPERACIONES AGRUPADAS	TIEMPO EN MIN	TIEMPO EN SEG
1	CORTE	1	38	2280
4	SERIGRAFIA1	2	645	38700
8	CURVADO	3	503	30180
14	ENSAMBLE	4	745	44700
18	ACABADO	5	34	2040

Total t en minutos	1965
Total t en horas	32,75
Total t en segundos	117900

Tabla 3 Tiempos de operación

Con la información recolectada dentro del recorrido de la planta, se evidencian oportunidades de mejora dentro del proceso productivo gracias a la estandarización de operaciones y descripción de tiempos de operación definidos en la tabla 3. Con la información obtenida en la tabla 2 se define qué capacidad disponible se tiene para programar las operaciones de fabricación.

Con esta herramienta se puede lograr una mejora del producto a través de los subprocesos de producción y de los herramentales utilizados para su fabricación, lo cual se reflejará en la aceptación de los productos fabricados por Luxury Glass Corporations S.A.S, entregados dentro de los plazos establecidos y con las características requeridas por nuestros clientes, los parámetros.

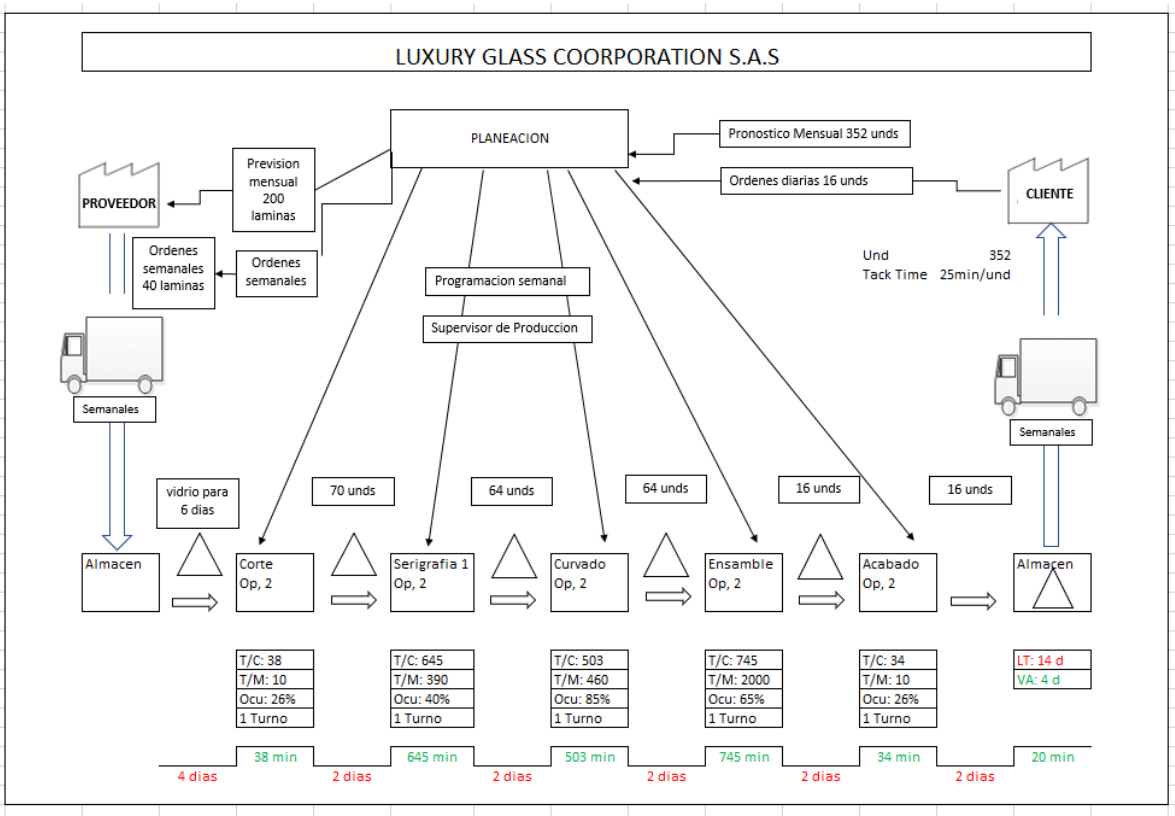


Diagrama 1 VSM actual de la compañía

4.3KAIZEN

Filosofía de mejora continua en pasos incrementales, evaluando su tiempo, recursos, calidad y otros aspectos relevantes.

La mejora continua se fundamenta en la expresión, siempre hay mejor forma de hacer las cosas, radica en un avance, paso a paso, con pequeños cambios y mejoras, ejecutadas con la colaboración de todo el personal, sin excluir a los altos mandos, que son el ejemplo que conducirán al logro de la calidad tanto en procesos como en productos, una disminución de costos y el cumplimiento al cliente en la entrega y cantidad estipulada. El cambio en la forma de pensar del personal, inclusive de los directivos son los problemas que el pensamiento Kaizen presenta. La mejora continua es un proceso que establece que, al surgir una falla en el sistema productivo, las actividades se paralizan para examinar las causas y tomar las decisiones que conlleven a la solución al problema, dando como resultado mejoras en la productividad del sistema.

Dentro de este contexto, se establece como proyecto de mejora continua, el establecer, el cambiar los moldes de curvado existente para los vidrios laterales cilíndricos, los cuales están relacionados de un orden entre 6 a 8 piezas.

El proyecto se ha denominado Moldes Llenos y está inmerso en el subproceso de curvado, en este son utilizados unas herramientas denominadas moldes de curvado, estas herramientas son estructuras metálicas fabricadas con materiales como ángulos y platinas metálicas resistentes al calor y al peso de los vidrios. Estos moldes se ubican dentro de unos carros especiales que son los llevados a los hornos para curvado. Cada referencia trabajada requiere un molde diferente para el curvado de cada pieza, por ejemplo, el modelo Audi Q7 2013 es un auto que tiene 11 piezas de vidrio las cuales son Parabrisas, puertas delanteras derecha e izquierda, puerta trasera derecha e izquierda, cabina derecha e izquierda, un vidrio posterior y tres vidrios en el techo llamados sunroof.

Durante varios años el sistema de curvar los vidrios con moldes se ha realizado de esta manera, los moldes, son pesados y en ocasiones deben de ser manejados por dos operarios, también requieren mantenimiento continuo ya que son susceptibles a sufrir desajustes dentro del mismo proceso. Algunas veces dentro del proceso de curvado dentro del horno los moldes se desajustan debido cambios fuertes de temperaturas o al ser utilizados para curvar vidrios de niveles mayores, cuando estos moldes se desajustan dentro del horno con los vidrios fijados, por lo general no sirven finalizando este proceso ocasionando pérdidas de tiempo y de material, el cual no se puede reprocesar en su totalidad, de otro lado se debe de esperar hasta que la temperatura de curvado descienda hasta estar cerca de la temperatura ambiente.

Luxury Glass Corporations s.a., transforma cristal monolítico de varias capas en vidrio blindado de seguridad, produce mensualmente alrededor de 450 piezas, las cuales están clasificadas en sets o juegos de 4, 6, 8,10 piezas. Se cuenta con aproximadamente 120 modelos disponibles, entre autos, pick ups, utilitarios. Estos modelos disponibles, son actualizados anualmente según casas fabricantes (Lexus, Land Rover, Ford, Gmc, Mercedes Benz, Toyota, etc.) y por tendencias del mercado autopartista.

Cada modelo disponible de esta cantidad de piezas (4, 6, 8,10), posee molde para cada lado, es decir se tiene aproximadamente la cantidad de 960 moldes fabricados.

Se busca reducir la fabricación de moldes por cada set a mínimo tres moldes, uno para el parabrisas, otro para el vidrio posterior y un molde para procesar las piezas de los lados (Puertas delanteras; Puertas traseras; Ventíleles y Cabinas) como estas piezas poseen el mismo radio de curvatura solo sería necesario un molde para curvar estas piezas.

En la ilustración 10 encontramos, como son los moldes de curvado utilizados en la actualidad y su forma de almacenarlos, esto ocupan demasiado espacio y no son muy fáciles de ubicar (su ubicación no es rápida y eficiente).



Ilustración 10 Almacenamiento de moldes de curvado

Luxury Glass Corporations s.a. s dedicada a la manufactura de vidrio blindado de seguridad, para autos de gama alta, posee una línea de producción, donde convergen la mayoría de los subprocesos.

En la ilustración 11, observamos como los moldes son almacenados, pero el espacio es subutilizado, perdiéndolo para otros moldes de mayor tamaño.



Ilustración 11 Almacenamiento de moldes

Se pretende establecer importancia y necesidad de reducir la cantidad de moldes de vidrios laterales existentes, mediante la fabricación de moldes llenos que tenga una relación 8 a 1.

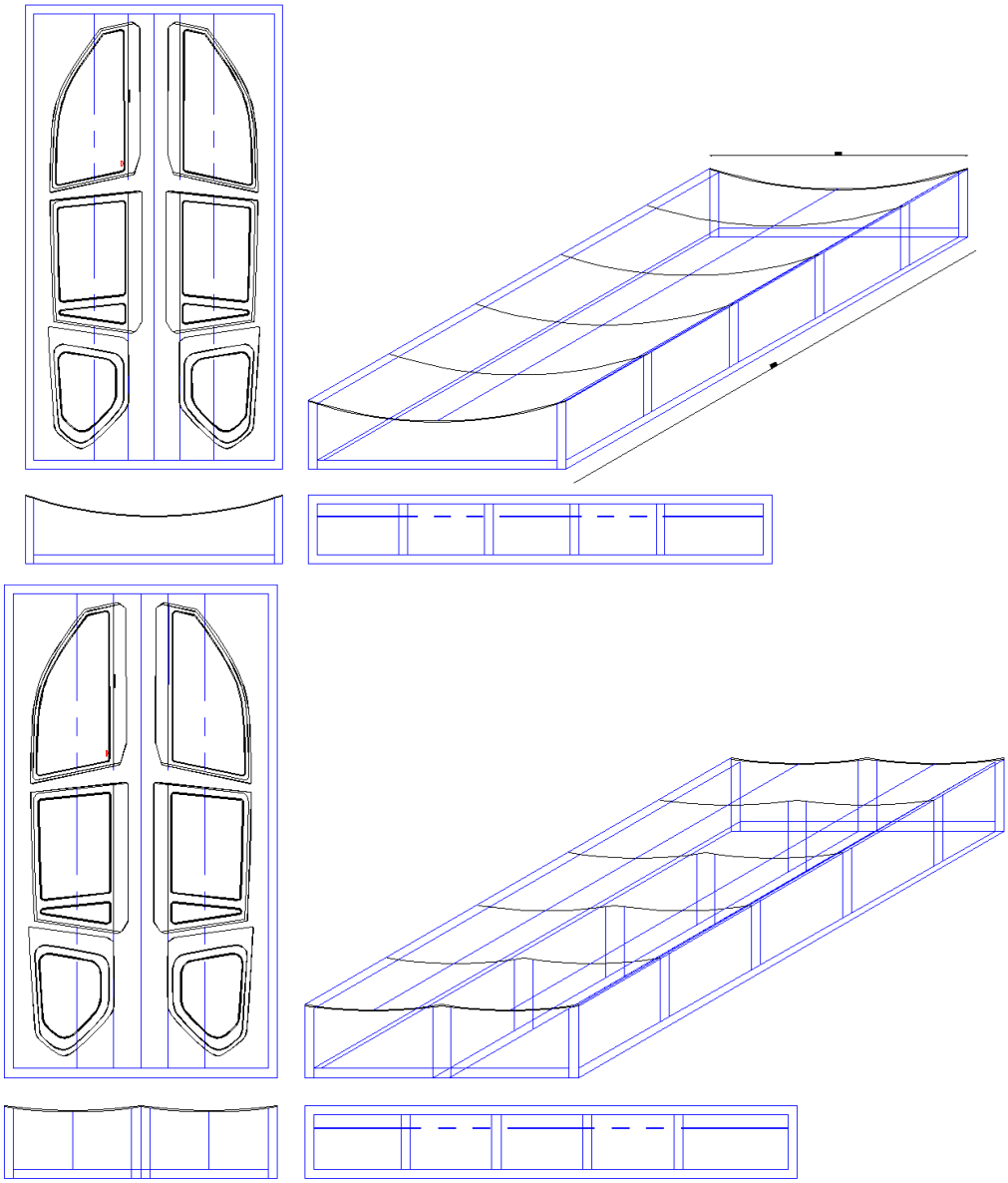


Ilustración 12 Moldes de curvado propuestos

En la ilustración 12 corresponden a los moldes de curvado propuestos para modificar los ya existentes, son llamados moldes llenos puesto que su estructura es llena y a diferencia de los moldes convencionales que utilizan solo una pista en su periferia, estos moldes debido a la condición de su fabricación garantizan la

curvatura homogénea de los vidrios. Su costo de fabricación es mayor al igual que su vida útil, requieren reducido mantenimiento y son más fáciles de almacenar.

La forma de introducción dentro del proceso se sugiere ser secuencial de acuerdo con las órdenes de fabricación entrantes, o fabricar moldes llenos de las referencias que tienen mayor rotación.

Se busca reducir los reprocesos de vidrios curvados que presentan defectos de curvatura en la actualidad, al igual que las reclamaciones de los clientes por el mismo inconveniente curvatura.

Los moldes llenos requieren de una adecuación de infraestructura de los hornos de curvado, son más pesados, más robustos y su manipulación debe de ser entre cuatro operarios.

Realizando la primera fabricación de vidrios con los moldes propuestos se evaluarán otros aspectos contemplados sobre papel, como tonicidad, diferencias de curvaturas entre los vidrios, ciclos de proceso, deltas de temperatura, definición de tiempos de curvado, ratas de enfriamiento, estos aspectos de carácter importante y relevante dentro del proceso total de fabricación.

El prototipo de fabricación se planea realizar a finales del mes de junio del presente año, dentro de las consideraciones se iniciará con el proceso de fabricación de una sola pieza para mirar su comportamiento y de todas las variables contempladas (tiempo, temperatura, tiempo de inicio, tiempo de sostenimiento y tiempo de enfriado)

Se busca evaluar la resistencia del material de los moldes y que soporte las temperaturas de calentamiento del horno y de los vidrios sin que genere choques térmicos y roturas espontaneas de los vidrios.

Como objetivos se encuentran el proponer el reducir significativamente costos y espacio por concepto de fabricación de moldes, almacenamiento mantenimiento, reparación y sustitución, así como tiempos de fabricación y entrega de vidrio blindado. Se pretende evidenciar que la utilización de los moldes llenos reduce problemas de curvatura y posterior delaminación por diferencia de curvatura entre las hojas de cada vidrio curvado.

Este ajuste en el proceso de fabricación permitirá a mediano plazo extender la garantía de las piezas fabricadas, haciendo un diferencial importante, el cual permitirá un asegurado ingreso al mercado original de vidrio blindado.

Los fabricantes de vehículos blindados exigen de sus proveedores, productos que satisfagan las expectativas del cliente, además de que sus productos gocen de certificación.

Sin embargo, las grandes empresas fabricantes de vidrio blindado requieren que sus productos sean entregados en el menor tiempo posible y con una calidad

certificada desde las materias primas e insumos, así como la garantía extendida de los productos fabricados y entregados en sus plantas armadoras.

La implementación de los moldes llenos afecta la distribución actual de la planta (Lay Out), se hace necesaria una adecuación de los hornos actuales en cuanto a su estructura de sujeción y otra a controladores anexos de temperatura (Pirómetros) para seguimiento y verificación del proceso de curvado.

Se busca también incluir una especie de almacén de los moldes nuevos, cerca al proceso de curvado, esto con el fin de realizar menores movimientos de moldes, evitando desajustes y reparaciones.

Se busca integrar dentro del proceso productivo una injerencia mayor del área de calidad, para que participe activamente en la generación de ideas que lleven a mejorar el proceso productivo y dar su aporte valioso a la implementación de los moldes llenos.

Producción y calidad no solo revisara el proceso de curvado y el comportamiento de los moldes llenos si no que realizara una revisión de todo el proceso productivo para que junto con producción y con datos aterrizados muestre y demuestre los cambios percibidos en el proceso de producción con la implementación de los moldes llenos.

4.3.1 Fabricación de Moldes llenos.

Estos moldes serian elaborados en lámina de acero inoxidable de ¼ de pulgada, a continuación, evidencio las características de la lámina a ser utilizada en los moldes llenos.

- ✓ Lamina de Acero. Ref. 304/304L ACABADO 1, 2B, 2E, 4, 3

Los inoxidables tipo 304/304L son variaciones de 18cromo-8% aleación austenítica de níquel y los más utilizados y conocidos en la familia del acero inoxidable. Estas aleaciones deben ser consideradas para una amplia gama de aplicaciones donde una o más de las siguientes propiedades son importantes: resistencia a la corrosión, prevención de la contaminación del producto, resistencia al óxido, facilidad en la fabricación, excelente formalidad, belleza en la apariencia, facilidad para la limpieza, alta resistencia con bajo peso, buena resistencia y dureza en temperaturas criogénicas, disponibilidad inmediata para un amplio rango de productos.

Cada aleación representa una excelente combinación de resistencia a la corrosión. Esta combinación de propiedades es la razón del extenso uso de estas aleaciones que representa la porción más importante del mercado del acero inoxidable en Colombia y en el mundo. El 304 representa la porción más significativa seguido por el 304L. Las aleaciones están cubiertas por una variedad

de especificaciones y códigos relacionados con su uso y condiciones específicas. Comida y bebidas, sanitaria criogénica, y aplicaciones relacionadas con presión son algunos ejemplos.

- ✓ Resistencia a la corrosión:

Son aceros medianamente resistentes a la corrosión. Estas aleaciones son utilizadas en equipos para procesamiento y manejo de comidas, bebidas y productos lácteos. Intercambiadores de calor, tubería, tanques y otros equipos para procesamiento que estén en contacto con agua fresca. Fachadas de edificios y otras aplicaciones estructurales y arquitectónicas expuestas a atmósferas no marinas utilizan bastante las aleaciones 18-8.

Aplicaciones: Equipos para industria alimenticia, Cubiertos, Vajillas, Refrigeración, Hornos, Cocinas.

4.3.2 Método de fabricación de los moldes llenos.

La fabricación de los moldes llenos se realiza mediante el corte inicial de la lámina de acero inoxidable 304 de una dimensión de 2700mm * 1500mm, luego esta lamina se debe de rolar en frio, debido a su espesor, (por recomendación del fabricante de la lámina), se debe de rolar la lámina es darle curvatura necesaria y única, sin que presente dobleces arrugados en el área de la curva.

El rolar en frio la lámina, garantiza homogeneidad de la curvatura y evita la recuperación de la lámina por memoria del material, el peso de la lámina rolada y entregada para montar sobre la base tiene un peso aproximado de 207 Kg. La lámina rolada es montada y fijada en una base fabricada en Angulo y varilla cuadrada de 1 Pulgada

En la ilustración 13 se observa el molde lleno con una curvatura constante y una sola estructura, además vemos la posición como se ubicarían los vidrios dentro de este molde, se debe de tener en cuenta que el vagón del horno de curvado debe de estar a nivel con el molde lleno para evitar que las piezas (vidrios) a curvar pierdan su línea de eje y se desplacen dentro del molde, ocasionando choque entre ellos y rotura por choque.

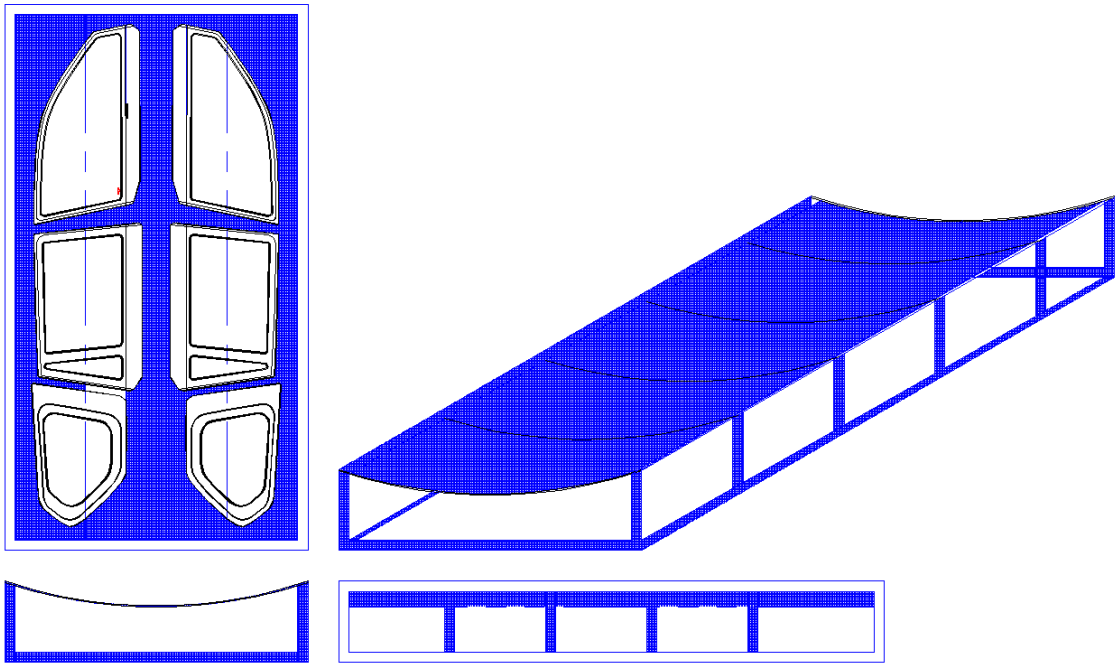
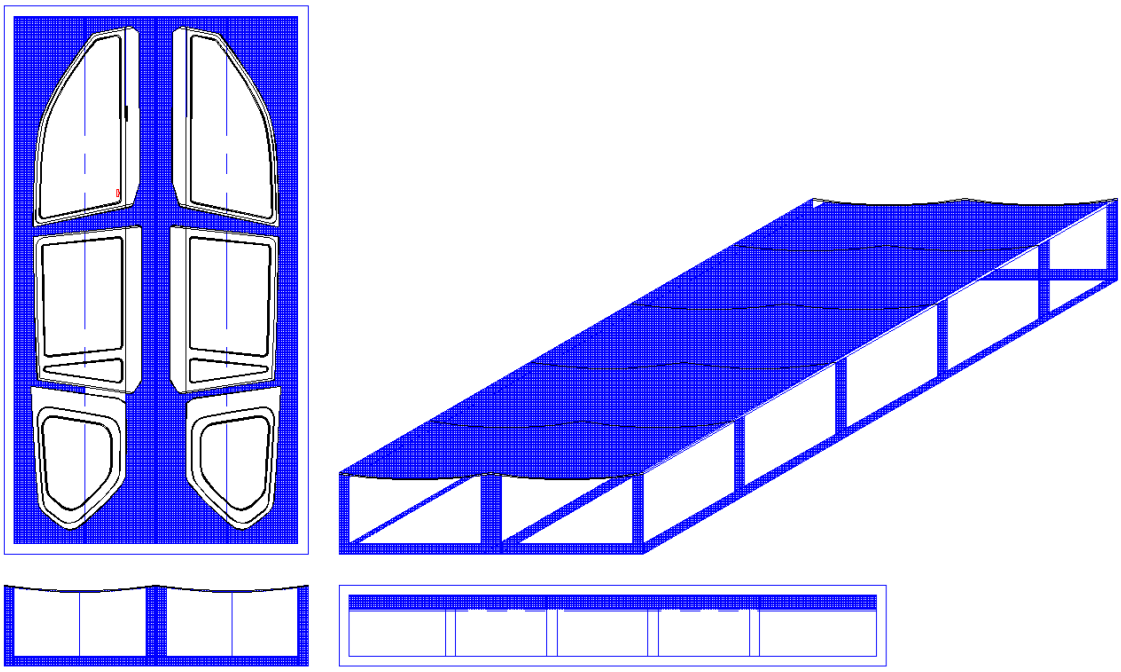


Ilustración 13 molde lleno con una curvatura constante y una sola estructura

En la ilustración 14 se encuentra el molde lleno, seccionado, el radio de curvatura central se ha dividido en 2 partes para garantizar que no haya desplazamiento de las piezas del costado derecho y del costado izquierdo hacia el centro del molde, evitando choque entre las piezas a curvar.



En la tabla 4, se evidencia las propiedades físicas y mecánicas de la lámina seleccionada para los moldes llenos, recomendada por el fabricante, este material seleccionado es de fácil adquisición y suministro.

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL ACERO INOXIDABLE

TIPO DE ACERO		301	302	303 MX	303 Se	304	304L	305	308	309	309S	310	310S	316	316L	317	317L	321	347	348
ANALISIS - % VALOR QUIMICO MAXIMO EXCEPTO DONDE MUESTRA EL MINIMO	Cromo	16-18	17-19	17-19	17-19	18-20	18-20	17-19	19-21	22-24	22-24	24-26	24-26	16-18	16-18	18-20	18-20	17-19	17-19	17-19
	Niquel	6-8	8-10	8-10	8-10	8-10.5	8-10	10.5-13	10-12	12-15	12-15	19-22	19-22	10-14	10-14	11-15	11-15	9-12	9-13	9-13
	Carbón	.15	.15	.15	.15	.08	.03	.12	.08	.20	.08	.25	.08	.08	.03	.08	.03	.08	.08	.08
	Manganeso	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Silicio	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Fósforo	.045	.045	.20	.20	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045	.045
	Azufre	.030	.030	.15 Min	.060	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030	.030
	Otros	–	–	–	.15 Min Se	–	–	–	–	–	–	–	–	Mo 2-3	Mo 2-3	Mo 3-4	Mo 3-4	Ti 5XC Min	Cb+Ta 10XC Min	Ta+Cb 10XC Min / Co 20 Max
PROPIEDADES MECANICAS (TEMPLADO):	Esfuerzo de fluencia psi (0.2% Compensación)	40.000	40.000	35.000	35.000	35.000	33.000	38.000	35.000	45.000	45.000	45.000	45.000	42.000	39.000	40.000	40.000	35.000	40.000	40.000
	Esfuerzo último psi	110.000	90.000	90.000	90.000	84.000	81.000	81.000	85.000	95.000	95.000	95.000	95.000	84.000	81.000	90.000	90.000	90.000	95.000	95.000
	Elongación % en 2" (100mm)	60	50	50	50	55	55	55	50	45	45	45	45	50	50	45	45	45	45	45
	Dureza: Brinell BHN	170	163	160	160	149	149	149	150	170	170	170	170	149	149	163	163	160	160	160
	Rockwell B	85	85	84	84	80	80	80	80	85	85	85	85	80	80	85	85	84	85	85
	Impacto Izod. Ft. - lbs	110	110	80	80	110	110	110	110	110	110	90	90	110	110	110	110	110	110	110
	Creep - 1% flujo en 10.000 hrs	18.000	17.000	–	–	17.300	17.300	17.200	17.000	15.900	15.900	17.500	17.500	24.500	24.500	24.000	24.000	18.000	19.300	19.300
	Módulo elasticidad en tensión psi x10 6	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29	28	28	28	28	28	28	28
PROPIEDAD ELECTRICAS	Resistividad eléctrica en microhm a 68 ° F	72	72	72	72	72	72	72	72	78	78	78	78	74	74	74	74	72	73	73
	Permeabilidad magnética a 200H	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
RESISTENCIA TERMICA	Máx. temperatura de operac. - servicio intermitente* F	1500	1500	1400	1400	1600	1600	1500	1700	1850	1850	1900	1900	1600	1600	1600	1600	1550	1550	1550
	Servicio continuo * F	1650	1650	1650	1650	1700	1700	1650	1800	1950	1950	2050	2050	1700	1700	1700	1700	1650	1650	1650
EXPASION TERMICA	(In./In./°F x 10) 32 - 212 °F	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	8.3	8.3	8.0	8.0	8.9	8.9	8.9	8.9	9.3	9.3	9.3
	32 - 1200 * F	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.0	10.0	9.7	9.7	10.1	10.1	10.3	10.3	10.7	10.6	10.6
CONDUCTIVIDAD TERMICA	(B.T.U./Ft. /Hr./° F/ft.) y 212 °F	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	8.8	8.0	8.0	8.0	8.0	9.4	9.4	9.4	9.4	9.3	9.3	9.3
	932 * F	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.5	10.8	10.8	10.8	10.8	12.4	12.4	12.4	12.4	12.8	12.8	12.8

Tabla 4 Propiedades físicas y mecánicas del acero inoxidable

Ilustración 14 Molde lleno, seccionado, el radio de curvatura central

En la tabla 5, se muestra el cronograma de actividades relacionadas con la fabricación e implementación de los moldes llenos.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES IMPLEMENTACION MOLDES LLENOS								
	ACTIVIDAD	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
1	Recopilación de información							
2	Estudio técnico							
3	Presentación a la Dirección							
4	Fabricación de Prototipo							
5	Pruebas de Prototipo							
6	Correcciones							
7	Implementación de Moldes en Producción							
8	Fabricación de moldes							

Tabla 5 cronograma de actividades relacionadas con la fabricación e implementación de los moldes llenos

4.3.3 Características de curvatura y homogeneidad de los vidrios blindados.

Es muy poca la literatura e información que se tiene sobre este tema, no existe ningún manual, ningún libro que develе los problemas de este tipo de procesos tan complejo.

Sin embargo, en este apartado, incluyo información del proceso de fabricación de vidrio blindado.

La mayoría de las pruebas de laboratorio y pruebas funcionales se han hecho con probetas planas, estas pruebas, aunque arrojan resultados interesantes, distan diametralmente de la realidad o de lo que en la actualidad requiere el proceso de blindaje de vidrio curvo. Las pruebas deben de realizarse con probetas curvas representativas del proceso, sin embargo, las empresas manufactureras de vidrio blindado no están muy interesadas o tal vez desconocen la importancia de invertir en la investigación de un subproceso crítico como es el curvado.

En la actualidad, en la gran mayoría de las empresas fabricantes de vidrio blindado, el subproceso de curvado es similar; se utilizan moldes huecos, fabricados partir de los vidrios desmontados del vehículo, estos moldes son fabricados en varilla cuadrada de ½ pulgada.

Los moldes fabricados son llevados al subproceso de curvado donde los vidrios son puestos sobre la pista fabricada en varilla cuadrada de ½ pulgada con el vidrio desmontado del vehículo, estos moldes al ser ingresados a los hornos para curvado y sometidos a calentamiento por un tiempo determinado (tiempo total de ciclo 6 horas), copian la curva periférica de la varilla cuadrada de ½ pulgada; pero la curvatura central del vidrio se realiza por gravedad y experticia del operario de curvado, el cual determine hasta donde debe dejar caer el vidrio; sin embargo aún no hay un método o proceso existente, que permita determinar que la curvatura de los vidrios en este subproceso sea igual en todas las capas de vidrio puestas sobre el molde.

La experiencia ha demostrado y evidenciado unos métodos manuales útiles, pero no precisos para evaluar positivamente el comportamiento entre las capas de los vidrios. Como vemos es un proceso de medición inexacto e inequívoco, al cual no se da la importancia y trascendencia necesaria.

El subproceso de curvado es uno de los subprocesos más críticos presentados en la fabricación de vidrio blindado, ya que depende en un porcentaje alto de la habilidad del operario.

Los problemas de curvatura algunos se ven reflejados dentro del mismo subproceso (en un porcentaje pequeño), pero donde se evidencia notablemente es en el subproceso de Laminado.

El subproceso de Laminado consiste en el armado total de la pieza blindada, es decir la acomodación de vidrio + plástico + vidrio + plástico + vidrio + policarbonato, en unos cuartos especiales libres de humedad y temperatura.

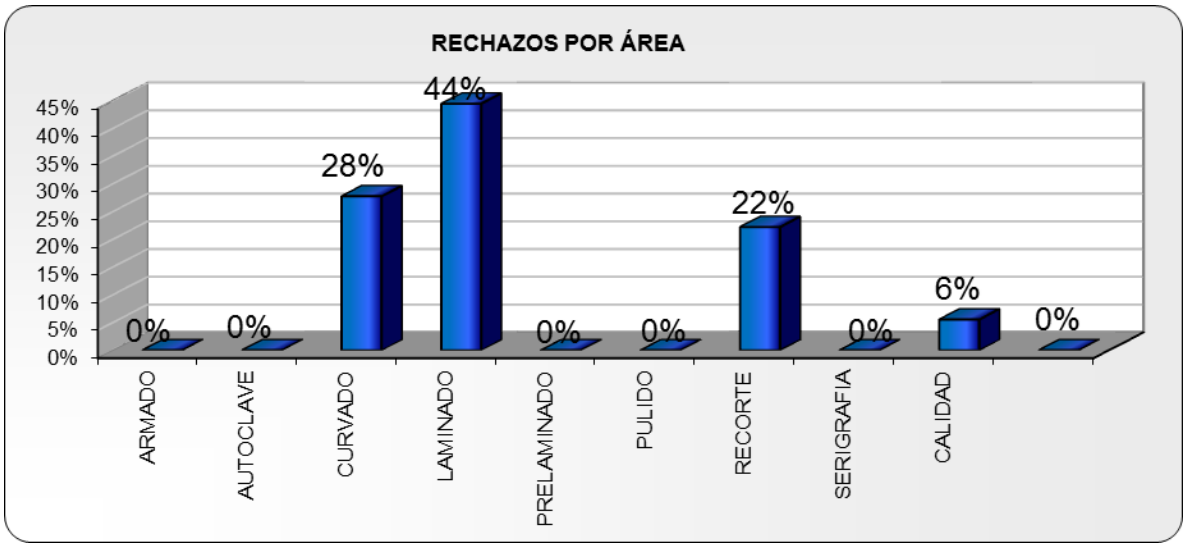


GRAFICO 2 Porcentajes de rechazos por áreas

Se ha tomado como ejemplo la producción del mes de mayo como objeto de observación y en la gráfica 2 se muestran los porcentajes de rechazos por áreas, como se evidencia en la gráfica el porcentaje mayor de rechazos se encuentra en el área de laminado, seguido por el subproceso de curvado.

Cabe destacar que estos dos subprocesos están estrechamente ligados y uno (laminado en este caso es consecuente del otro. (Curvado).

En la tabla 4 se muestran los rechazos independientes por causa, estos son como resultados evidencia que el porcentaje mayor los vidrios salen rotos del subproceso de autoclave. Las pérdidas de piezas en proceso por estas causas no se encuentran cuantificadas en la actualidad, sin embargo, representan un índice elevado para la reposición de estas haciendo la operación de fabricación de vidrio blindado más lenta y menos efectiva.

En la grafico 4, se muestra los valores totales de las piezas fabricadas en ese mes, discriminando las piezas fabricadas, rechazadas y aprobadas.

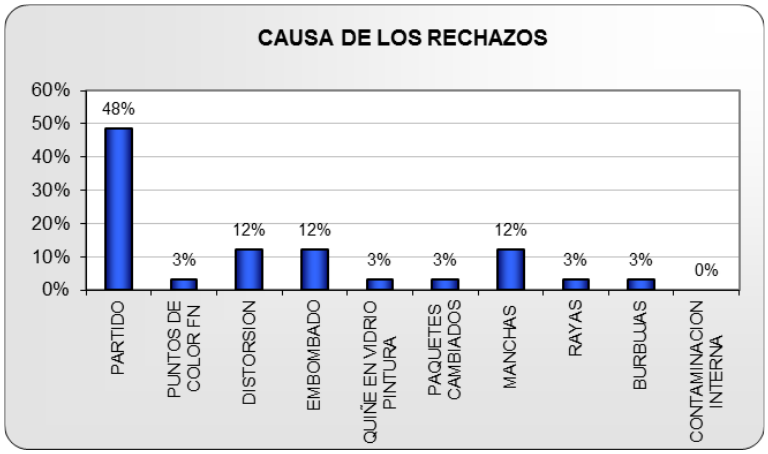
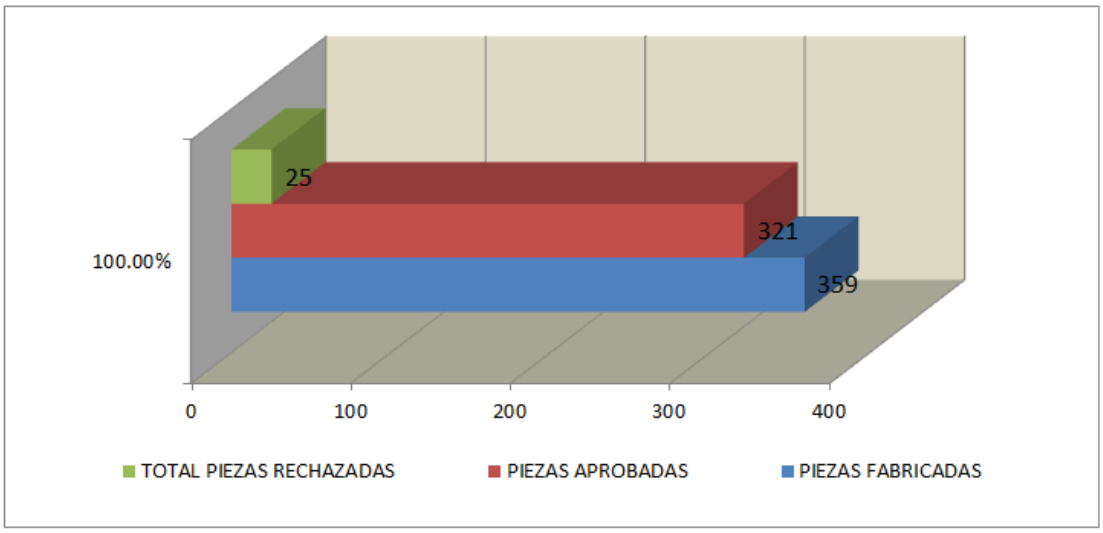


GRAFICO 3 Causas de los rechazos



VALORES TOTALES MES MAYO		
PIEZAS FABRICADAS	359	100.00%
PIEZAS APROBADAS	321	89.42%
TOTAL PIEZAS RECHAZADAS	25	7.79%

GRAFICO 4 Valores totales de las piezas fabricadas en ese mes

De la información obtenida de las tablas anteriores, se evidencia el alto porcentaje de piezas rechazadas principalmente en le los dos subprocesos de laminado y curvado, de la obtención de estos datos genera curiosidad y también me lleva a continuar con la búsqueda de información acerca del proceso de fabricación y en especial de los subprocesos de curvado y laminado.

4.3.4 Delaminación

La delaminación del vidrio blindado es la separación de las capas de vidrio con los plásticos; esta delaminación se presenta con el correr del tiempo y puede darse entre 6 a 24 meses después de fabricado el vidrio blindado.

Varias de las causas por las cuales se presenta la delaminación en los vidrios blindados está ligada a los materiales (poliuretanos, polivniles y policarbonatos) y la otra parte se responsabiliza al proceso, sin determinar exactamente las razones, entre estas causas estarían altamente comprometidos los subprocesos de Laminado y curvado

La delaminación, es uno de los problemas más repetitivos y de mayor incidencia en la fabricación del vidrio blindado, generando garantías y pérdidas para la organización.

4.4CINCO ESES 5 S

Hace referencia a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo: más limpias, organizadas y seguras. Se enfoca en organizar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplinar; el ciclo Seiri, Seiton, Seiso, Siketsu y Shitsuke.

- ✓ **SEIRI (Separar):** consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de estos.
- ✓ **Seiton (Ordenar):** consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
- ✓ **Seiso (Limpiar):** consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentren siempre limpios para poder desarrollar el trabajo con calidad y no interrumpir el funcionamiento de la maquinaria.
- ✓ **Seiketsu (Limpieza Estandarizada):** consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

- ✓ **Shitsuke (Disciplina):** consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

4.4.1 Aplicabilidad de la Herramienta 5S en la planta de Producción de Luxury Glass.

La caracterización del problema. dentro de los herramentales para la fabricación del vidrio blindado se encuentran las plantillas para corte, los moldes de curvado y los vidrios CKD o vidrios originales, suministrados por los clientes, para la elaboración de dichos herramentales de la mayoría de los modelos desarrollados de las casas fabricantes. Ford, Bmw, Honda, Nissan entre otras.

Estos herramentales se encuentran dispersos en toda la compañía en sin ningún tipo de marcación ni ubicación; esto hace difícil y demorada la búsqueda de estos.

En la ilustración anexas se evidencia el desorden de herramentales dentro de la planta de producción



Ilustración 15 desorden de herramentales dentro de la planta de producción

4.4.2 Planeación para la implementación de la primera S -Seiro

Se realiza inspección a lo largo de la línea de producción, y se evidencia, plantillas de corte, vidrios originales de los vehículos en producción, moldes de curvados regados cerca de los hornos.

Con el fin de crear y mantener una codificación e identificación los herramentales (moldes de curvado, plantillas y vidrios originales) dentro de la planta, y que estos sean utilizados correctamente y devueltos en buen estado para su próxima utilización; además de que no obstaculicen las vías de recorrido y sean entregadas o llevadas a su disposición final son creadas, las siguientes etiquetas.

a. Etiqueta, para identificación de plantilla de corte. La composición de la tarjeta y su función esta descrita de la siguiente manera:

   - ✓ Tipo de pieza: en este espacio se coloca el tipo de pieza del vidrio fabricado, ejemplo, parabrisas (pbs) puerta delantera (pd) etc.
   - ✓ Fecha elaboración: corresponde a la fecha de elaboración de la plantilla.
   - ✓ Código: en este espacio se coloca el código de identificación, el cual no ha sido definido aún.
   - ✓ Marca: corresponde a la marca de la casa fabricante del vehículo.
   - ✓ Línea: está definida por cada casa fabricante y esta relacionada con el tipo de vehículo, ejemplo, utilitario, suv, pick up, sedan, hatchback, etc.
   - ✓ Modelo: corresponde al rango del año de fabricación, y lanzamiento al mercado.
   - ✓ Aprobó: corresponde a la persona responsable de la fabricación de la plantilla.

b. Etiqueta de marcación de vidrios originales. La composición de la tarjeta y su función esta descrita de la siguiente manera:

   - ✓ Fecha de recepción: corresponde a la fecha de recepción del vidrio original.
   - ✓ Existen unos espacios demarcados como PBS, PD, PT; PPT, Q, POS, SRF, OTROS, para señalar el vidrio suministrado.
   - ✓ Remisión: generalmente viene algún documento asociado a la recepción del vidrio.
   - ✓ Propiedad: e establece, si el vidrio es prestado o debe de ser devuelto al cliente.
   - ✓ Cliente: identifica al cliente o empresa que suministra el vidrio original
   - ✓ Marca: corresponde a la marca de la casa fabricante del vehículo.
   - ✓ Línea: está definida por cada casa fabricante y está relacionada con el tipo de vehículo, ejemplo, utilitario, suv, pick up, sedan, hatchback, etc.
   - ✓ Modelo: corresponde al rango del año de fabricación, y lanzamiento al mercado.

- ✓ Estado: indica el estado en el momento de la recepción del vidrio.
- ✓ Congelado: aplica para los vidrios parabrisas, posterior y cabinas de gran tamaño.

4.4.3 Planeación para la implementación de la segunda S – Seiton.

En este paso se ordenaron los elementos que anteriormente se consideraron como necesarios.

a. Localización más apropiada de los elementos, tomando como consideración:

- ✓ La manera más rápida de encontrarlas y utilizarlas.
- ✓ Reducir al mínimo el traslado interno de materiales.
- ✓ Evitar movimientos innecesarios, y sobre todo perjudiciales (ergonomía) y asegurar que no se generan riesgos o peligros en función de su ubicación y cercanía a otros elementos.

b. Determinar con claridad y precisión de las localizaciones. Ya que determinado, proceder a la identificación de estas a los efectos de que todos puedan encontrarlos con facilidad y prontitud.

c. Marcación de la ubicación. Establecer algún mecanismo para identificar de forma tal que cada trabajador sepa dónde están, y cuantas hay en cada sitio, para esto se puede emplear el uso de letreros, etiquetas o tarjetas para los nombres de objetos, mobiliario, máquinas y áreas de trabajo.

d. Los vidrios originales luego de ser identificados y rotulados son dispuestos de la siguiente manera, los vidrios parabrisas y posteriores son puestos en un rack, el cual esta codificado A, desde el numero 1 al número 17, (A1,A2,A3,A4,..A17) . El rack B desde el número 1 al número 17, (B1,B2,B3,B4,..B17). El rack C desde el número 1 al número 17, (C1,C2,C3,C4,..C17). El rack D desde el número 1 al número 17,(D1,D2,D3,D4,..D17). El rack E desde el número 1 al número 30, (E1,E2,E3,E4,..E30). El rack F desde el número 1 al número 30,(F1,F2,F3,F4,..F30). El rack G desde el número 1 al número 14,(A1,A2,A3,A4,..A14) .El rack H desde el número 1 al número 14,(A1,A2,A3,A4,..A14) .

e. Para los vidrios laterales, después de rotulados, son puestos entre una caja de cartón, y ubicados en unos racks construidos de la siguiente manera: El rack codificado A desde el numero 1 al número 29,(A1,A2,A3,A4,..A29). El rack codificado B desde el número 1 al número 28, (B1,B2,B3,B4,..B28). El rack codificado C desde el número 1 al número 28, (C1,C2,C3,C4,..C28). El rack codificado D desde el

número 1 al número 20, (D1,D2,D3,D4,..D20). El rack codificado E desde el número 1 al número 20, (E1,E2,E3,E4,..E20). El rack codificado F desde el número 1 al número 20, (F1,F2,F3,F4,..F20) .

f. En la ilustración 16, se evidencia como se ha ido convirtiendo el sitio de almacenamiento, en un lugar limpio y ordenado, donde los vidrios originales laterales guardados en cajas (puertas delanteras, traseras, ventiletes y cabinas) enviados por el cliente son almacenados e ingresados a un inventario.



Ilustración 16 Vidrios originales, laterales almacenados

Los vidrios parabrisas y posteriores se almacenan en estos racks, y se identifican con un número y una letra, ilustración 17.



Ilustración 17 Vidrios originales, parabrisas y posteriores congelados almacenados.

Con los moldes de curvado, actualmente se están almacenando por vehículos, según la casa fabricante visto en la ilustración 18.



Ilustración 18 Moldes almacenados según casa fabricante

Para las plantillas de corte, se elaboró un rack, cerca de la mesa de corte, para reducir desplazamientos, buscando estos herramentales y están ubicados de acuerdo con la casa fabricante, estos están fijados así en la parte inferior por cada casa fabricante están las plantillas rotuladas e identificadas de los parabrisas y de los posteriores, en el segundo nivel, se ubican las plantillas de los vidrios laterales, como son puertas delanteras, traseras y cabinas. Se fabricó un rack más pequeño, para ubicar las plantillas de los vidrios más pequeños, según la casa fabricante visto en la ilustración 19.



Ilustración 19 Almacenamiento de plantillas para corte vidrios parabrisas, posteriores y vidrios laterales (puertas delanteras, traseras, ventiletes y cabinas)

Como resultado, los tiempos de desplazamiento, por búsqueda de plantillas, moldes de curvado y vidrios originales se han reducido notoriamente.

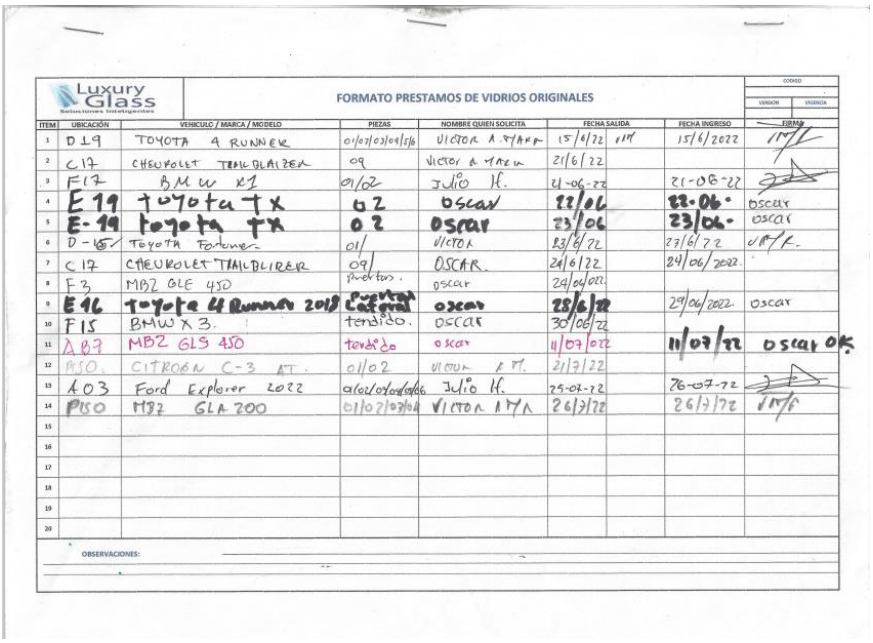
4.4.4 Planeación para la implementación de la tercera S -Seiso

Luego de la adecuación de los herramentales, plantillas de corte, moldes de curvado y vidrios originales, se obtiene un orden y un aspecto limpio de la planta. Estos aspectos son muy importantes, ya que hemos recibido visitas de algunos clientes, que buscan generar confianza de nuestro producto, y la imagen de una planta limpia y organizada, refuerza esta confianza.

Luego de identificar los lugares donde permanecerán estas herramientas, se asignará la responsabilidad de su utilización al personal mediante un formato compuesto por:

- ✓ Préstamo de vidrios originales, este será consignado por el almacenista.
- ✓ Préstamo de plantillas, este será entregado al operario de corte, o al operario de pintura, según cronograma de corte
- ✓ Préstamo de moldes, este será entregado según el cronograma de corte, de acuerdo con la fecha de curvado establecida por el jefe de planta.

Al iniciar cada respectiva actividad, tanto el operario solicitante de dichos herramentales o de vidrios originales realizará la respectiva revisión del elemento solicitado y será consignada dentro de una bitácora, para el caso de los moldes y plantillas, y en un formato para los vidrios originales ilustración 20, 21 y 22.



Luxury Glass

FORMATO PRESTAMOS DE VIDRIOS ORIGINALES

ITEM	UBICACIÓN	VEHICULO / MARCA / MODELO	PIEZAS	NOMBRE QUIEN SOLICITA	FECHA SALIDA		FECHA INGRESO	FIRMA
1	D19	TOYOTA 4 RUNNER	01/07/03/04/06	VICTOR A. MARIN	15/6/22	VM	15/6/2022	VM
2	C17	CHEVROLET TRAILBLAZER	09	VICTOR A MARIN	21/6/22			
3	F17	BMW X1	01/02	JULIO H.	4-06-22		21-06-22	
4	E19	TOYOTA TX	02	OSCAR	22/06		22.06.	OSCAR
5	E-19	toyota tx	02	OSCAR	23/06		23/06.	OSCAR
6	D-16	TOYOTA FORTUNER	01	VICTOR	23/6/22		27/6/22	VM/K.
7	C17	CHEVROLET TRAILBLIRER	09	OSCAR.	24/6/22		24/06/2022	
8	F3	MBZ GLE 450		OSCAR	24/06/022			
9	E16	toyota 4 Runner 2018	Cofertal	oscar	28/6/22		29/06/2022	oscar
10	F15	BMW X3.	tendido.	OSCAR	30/06/22			
11	AB7	MBZ GLS 450	tendido	oscar	11/07/022		11/07/22	OSCAR OK
12	A50.	CITROEN C-3 AT.	01/02	VICTOR A M.	21/7/22			
13	A03	Ford Explorer 2022	01/02/04/05/06	Julio H.	25-07-22		26-07-22	
14	P150	MBZ GLA 200	01/02/03/04	VICTOR A M/A	26/7/22		26/7/22	VM/K
15								
16								
17								
18								
19								
20								

OBSERVACIONES:

Ilustración 20 Formato de préstamo de vidrios originales



Luxury Glass

IDENTIFICACIÓN DE VIDRIOS ORIGINALES

CÓDIGO: FO-DD-06 | VERSIÓN: 0 | VIGENCIA: EN REVISION

CONTROL DE VIDRIOS ORIGINALES

FECHA DE RECEPCIÓN — DD | MMM | AAAA

PBS | PD | PT | PPT | Q | POS | SRF | OTRO

NO. REMISION

PROPIEDAD ☐ CLIENTE ☐ LUXURY

CLIENTE: _____ MARCA _____

LINEA: _____ MODELO _____

ESTADO: ☐ RAYADO ☐ ROTO

CONGELADO: ☐ SI ☐ NO

UBICACIÓN	DIA	MES	AÑO	FIRMA
ALMACEN				
PRODUCCION				
MOLDES				

Luxury Glass

IDENTIFICACIÓN DE VIDRIOS ORIGINALES

CÓDIGO: FO-DD-06 | VERSIÓN: 0 | VIGENCIA: EN REVISION

CONTROL DE VIDRIOS ORIGINALES

FECHA DE RECEPCIÓN — DD | MMM | AAAA

PBS | PD | PT | PPT | Q | POS | SRF | OTRO

NO. REMISION

PROPIEDAD ☐ CLIENTE ☐ LUXURY

CLIENTE: _____ MARCA _____

LINEA: _____ MODELO _____

ESTADO: ☐ RAYADO ☐ ROTO

CONGELADO: ☐ SI ☐ NO

UBICACIÓN	DIA	MES	AÑO	FIRMA
ALMACEN				
PRODUCCION				
MOLDES				

Ilustración 21 Formato de identificación de vidrios originales

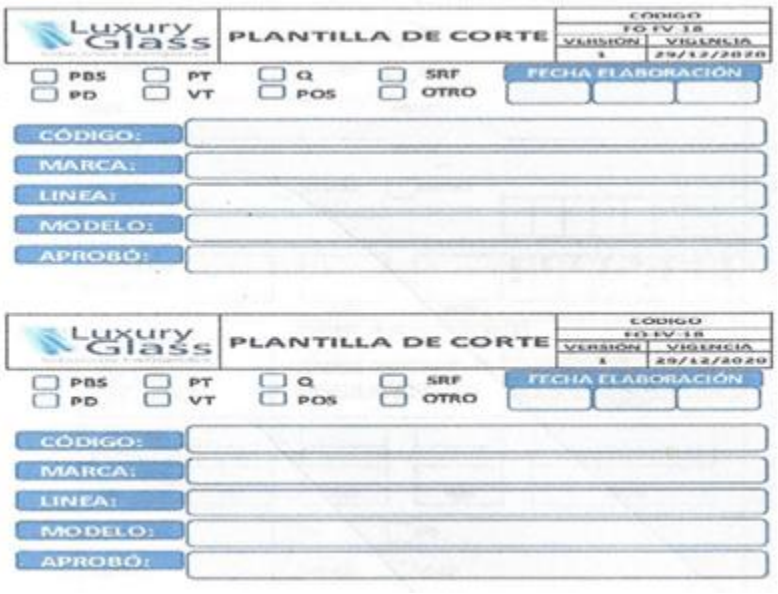


Ilustración 22 Formato plantilla de corte

Vehiculo Marca	Vehiculo Linea	Modelo	Pieza Ref.	Estante	Columna	Ubicación General	Observaciones
AUDI	A3	2016	POST - 09	A	10	A10	
AUDI	A3	2020	LATERALES	F	2	F02	
AUDI	A3	2020	PBS - 00	D	2	D02	
AUDI	Q2	2020	LATERALES	A	10	A10	
AUDI	Q2	2020	PBS - 00	D	2	D02	
AUDI	Q2	2020	POST - 09	A	11	A11	
AUDI	Q3	2018	PBS - 00	D	2	D02	
AUDI	Q3	2019	POST - 09	A	11	A11	
AUDI	Q5	2010	LATERALES	A	11	A11	
AUDI	Q5	2019	LATERALES	A	8	A08	
AUDI	Q5	2019	POST - 09	A	11	A11	
AUDI	Q5	2019	POST - 09	A	11	A11	
AUDI	Q5	2020	LATERALES	A	6	A06	
AUDI	Q5	2020	PBS - 00	D	1	D01	
AUDI	Q5	2010 / 2015	PBS - 00	D	1	D01	
AUDI	Q5	2010 / 2015	POST - 09	A	12	A12	
AUDI	Q7	2018	LATERALES	A	7	A07	
AUDI	Q7	2018	PBS - 00	B	9	B09	
AUDI	Q7	2018	POST - 09	A	12	A12	
AUDI	Q7	2020	POST - 09	A	13	A13	
AUDI	Q8	2020	LATERALES	E	12	E12	
AUDI	Q8	2020	PBS - 00	D	1	D01	
AUDI	Q8	2020	POST - 09	A	12	A12	
BMW	330	2020	PBS - 00	D	6	D06	
BMW	M235i - 2D	2015	LATERALES	F	20	F20	
BMW	M235i - 2D	2016	PBS - 00	B	11	B11	
BMW	M235i - 2D	2016	POST - 09	C	5	C05	
BMW	M235i - 4D	2022	LATERALES	F	21	F21	
BMW	M235i - 4D	2022	PBS - 00	B	11	B11	
BMW	M235i - 4D	2022	POST - 09	C	5	C05	
BMW	SERIE 3	2015 / 2020	LATERALES	A	24	A24	
BMW	SERIE 3	2015 / 2020	PBS - 00	D	3	D03	
BMW	SERIE 3	2015 / 2020	POST - 09	A	15	A15	
BMW	SERIE 5	2019	POST - 09	A	10	A10	
BMW	SERIE 5	2020	LATERALES	A	12	A12	
BMW	SERIE 5	2020	PBS - 00	D	3	D03	ROTO
BMW	X1		LATERALES	F	17	F17	
BMW	X2	2019	POST - 09	A	7	A07	
BMW	X2	2019	POST - 09	A	7	A07	
BMW	X2	2020	PBS - 00	D	4	D04	
BMW	X2	2020	PBS - 00	D	4	D04	
BMW	X2	2022	LATERALES	A	21	A21	
BMW	X2	2018 / 2019	LATERALES	A	13	A13	
BMW	X3	2014	LATERALES	F	16	F16	
BMW	X3	2014	POST - 09	A	14	A14	
BMW	X3	2022	LATERALES	F	15	F15	
BMW	X3	2022	PBS - 00	B	11	B11	
BMW	X3	2022	POST - 09	C	10	C10	
BMW	X3	2013 / 2017	LATERALES	C	8	C08	
BMW	X3	2013 / 2017	PBS - 00	D	8	D08	
BMW	X3	2013 / 2017	POST - 09	A	13	A13	
BMW	X4	2020	LATERALES	F	19	F19	
BMW	X4	2020	PBS - 00	D	7	D07	ROTO
BMW	X4	2020	POST - 09	A	13	A13	
BMW	X5	2014	LATERALES	F	18	F18	
BMW	X5	2014	PBS - 00	D	7	D07	
BMW	X5	2020	LATERALES	A	14	A14	
BMW	X5	2020	PBS - 00	D	6	D06	
BMW	X5	2022	LATERALES	A	15	A15	
BMW	X6	2018	LATERALES	A	16	A16	
BMW	X6	2018	PBS - 00	D	5	D05	
BMW	X6	2019	POST - 09	A	15	A15	
BMW	X6	2020	LATERALES	A	20	A20	
BMW	X6	2020	LATERALES	A	22	A22	
BMW	X6	2020	PBS - 00	D	13	D13	
BMW	X6	2016 / 2019	POST - 09	A	15	A15	
BMW	X7	2021	LATERALES	A	5	A05	
BMW	X7	2021	PBS - 00	D	4	D04	
CADILLAC	ESCALADE	2012	LATERALES	C	29	C29	
CADILLAC	ESCALADE	2012	PBS - 00	H	9	H09	
CADILLAC	ESCALADE	2012	POST - 09	A	16	A16	
CHEVROLET	BLAIZER	2020	PBS - 00	F	1	F01	SIN CONGELAR
CHEVROLET	BLAIZER	2020	POST - 09	E	9	E09	SIN CONGELAR
CHEVROLET	BLAZER	2020	LATERALES	A	18	A18	
CHEVROLET	BLAZER	2020	POST - 09	A	5	A05	
CHEVROLET	BLAZER	2021	LATERALES	C	22	C22	
CHEVROLET	BLAZER RS	2020	PBS - 00	D	9	D09	
CHEVROLET	CAPTIVA SPORT	2012 / 2015	LATERALES	H	1	H01	
CHEVROLET	CAPTIVA SPORT	2012 / 2015	PBS - 00	D	12	D12	
CHEVROLET	CAPTIVA SPORT	2012 / 2015	POST - 09	A	14	A14	
CHEVROLET	COLORADO	2020	LATERALES	A	27	A27	
CHEVROLET	COLORADO	2020	POST - 09	A	2	A02	
CHEVROLET	COLORADO	2020	POST - 09	A	8	A08	
CHEVROLET	LUV DMAX	2019	PBS - 00	D	10	D10	ROTO
CHEVROLET	LUV DMAX	2020	POST - 09	A	8	A08	SIN CONGELAR
CHEVROLET	ONIX	2016	PBS - 00	D	9	D09	
CHEVROLET	ONIX	2018	LATERALES	A	19	A19	
CHEVROLET	ONIX	2018	POST - 09	A	10	A10	
CHEVROLET	SILVERADO	1986	LATERALES	H	5	H05	
CHEVROLET	SILVERADO	1999	POST - 09	A	17	A17	SIN CONGELAR
CHEVROLET	SILVERADO	2000	PBS - 00	H	14	H14	ROTO
CHEVROLET	SONIC	2018	LATERALES	H	3	H03	
CHEVROLET	SONIC	2018	PBS - 00	F	2	F02	SIN CONGELAR
CHEVROLET	SONIC	2018	POST - 09	A	17	A17	SIN CONGELAR
CHEVROLET	TAHOE	2018	LATERALES	H	2	H02	
CHEVROLET	TAHOE	2015 / 2018	PBS - 00	D	11	D11	
CHEVROLET	TRAILBLAZER	2018	LATERALES	H	4	H04	
CHEVROLET	TRAILBLAZER	2018	POST - 09	C	17	C17	
CHEVROLET	TRAILBLAZER	2019	LATERALES	C	1	C01	
CHEVROLET	TRAILBLAZER	2019	PBS - 00	D	10	D10	ROTO
CHEVROLET	TRAILBLAZER	2019 / 2022	PBS - 00	D	10	D10	ROTO
CHEVROLET	TRAVERSE	2018 / 2020	LATERALES	A	23	A23	
CHEVROLET	TRAVERSE	2018 / 2020	PBS - 00	D	12	D12	
CHEVROLET	TRAVERSE	2018 / 2020	POST - 09	A	6	A06	
CHEVROLET	TRAVERSE	2018 /2020	LATERALES	A	26	A26	
CITROEN			LATERALES	H	10	H10	
DODGE	DURANGO	2015	LATERALES	H	12	H12	
DODGE	RAM 1500	2012	PBS - 00	D	13	D13	
DODGE	RAM 1500	2012	POST - 09	A	2	A02	
DODGE	RAM 1500	2019 / 2022	PBS - 00	F	24	F24	
DODGE	RAM 1500	2019 / 2022	POST - 09	E	17	E17	
DODGE	RAM 2500	2011	LATERALES	A	28	A28	
FORD	BRONCO	2021	LATERALES	A	4	A04	
FORD	BRONCO	2021	PBS - 00	D	14	D14	
FORD	BRONCO	2022	POST - 09	A	7	A07	SIN CONGELAR
FORD	ECO SPORT	2021	LATERALES	C	15	C15	
FORD	ECO SPORT	2021	PBS - 00	B	16	B16	
FORD	ECO SPORT	2021	POST - 09	C	8	C08	
FORD	EDGE	2012	LATERALES	E	6	E06	
FORD	EDGE	2012	PBS - 00	H	2	H02	ROTO
FORD	EDGE	2012	POST - 09	A	10	A10	
FORD	EDGE	2018	LATERALES	C	23	C23	

Ilustración 23 Listado de inventario de vidrios originales.

4.4.5 Resultados 5S.

Reducción de la accidentabilidad: Inicialmente se encuentran elementos innecesarios en los accesos y caminos de ruta de la planta como los evidenciamos anteriormente, los cuales obstruían el paso de los operarios en el lugar de trabajo, haciendo inseguro el proceso de fabricación en cada una de sus etapas. Luego de implementar las dos primeras S`s. (separar y situar) se evidencia una mejora en el número de accidentes laborales del área de producción.

Productividad: otro aspecto a relacionar gracias a la implementación de las técnicas 5S, ya que los herramentales son encontrados y entregados a tiempo, los desplazamientos se reducen, o desaparecen, existe facilidad de encontrar los herramentales, ya que estos están marcados y ubicados en un sitio destinado para este fin.

Eficiencia: la implementación de las técnicas Lean en los procesos productivos contribuyen también a mejorar los desempeños de eficiencia del área de producción, se encuentra que al realizar 5`s en los puestos de trabajo, es generada una cultura enfocada a trabajar de forma metódica, consiente y consistente.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES.

- ✓ No existe independencia entre áreas de la compañía, generando conflicto de intereses, entre la fabricación y la liberación de los productos, esto lleva a devoluciones por parte de los clientes, de piezas mal terminadas o procesadas.
- ✓ No se realiza una adecuada programación de producción, generando demoras en las ordenes a fabricar, ya que los suministros de materias primas e insumos no son llevados ni diligenciados dentro de un inventario.
- ✓ El jefe de planta no posee la experiencia ni formación necesaria para el manejo de personal y resolución de conflictos, tampoco da a conocer a cada operario las funciones a realizar y su respectiva importancia.
- ✓ La Dirección General, no es concisa ni consecuente con la planificación de la producción, se genera conflicto de interés ya que es gerente y también funciona como agente comercial. Todas las decisiones son tomadas por esta dirección limitando funciones y desempeño.
- ✓ La fuerza comercial posee escasas herramientas para realizar su adecuadamente su trabajo, la información de producción, en cuanto a entregas no es confiable, generando demoras e insatisfacciones en las mismas.
- ✓ La implementación de 5´S en la adecuación localización y organización de los herramentales de producción, generó motivación en los operarios, ya que el área de trabajo se encuentra permanentemente organizada y es posible realizar consultas de estos más rápidos al encontrar fácilmente las herramientas para el desarrollo de su trabajo.
- ✓ El desarrollo de la metodología de 5´S en cada una de sus fases fue un gran reto, ya que se tuvo que realizar una gestión del cambio en cada operario, que aportó a las mejoras establecidas en el transcurso de las fases. Se pudo observar que el cambio en un área generó interés a los operarios, para aplicarlas en sus puestos de trabajo.
- ✓ El proyecto de moldes llenos suscita, una competencia sana en implementar mejoras en todo el trayecto del proceso y motiva al operario a dar sus puntos de vista, sus opiniones y observaciones acerca de este.

5.2 RECOMENDACIONES.

- ✓ Es necesario realizar capacitaciones a todos los operarios de la planta sobre las diferentes herramientas de manufactura esbelta ya que de esta manera se generarían canales de participación y desarrollo de talentos dentro de la compañía que aportarían al valor agregado de cada proceso, ya que se encontró grandes fuentes de ideas de mejoras de proceso.
- ✓ Se sugiere implementar programas de inducción, capacitación tanto para los nuevos operarios, así como para los antiguos operarios, sobre los cuidados personales que se deben de tener al manejar vidrio monolítico.
- ✓ Es importante continuar con el seguimiento del desarrollo de las metodologías implementadas de tal manera que permanezca en el tiempo y sirva de ejemplo para los nuevos operarios.
- ✓ Se sugiere implementar indicadores, para Producción y Calidad, que evidencien el desempeño de la planta, la disminución de defectos, que generen planes de acción y actividades de mejora continua, alineados a los objetivos de Luxury Glass Corporations S.A.S.
- ✓ Se debe de involucrar a todo el personal operativo y de apoyo de la planta en la solución de problemas, dentro del proceso y los presentados luego de que el producto sale de la planta, esto con el fin de reducir costos por concepto de devoluciones por productos defectuosos.
- ✓ Se sugiere crear un departamento de Recursos humanos, que genere programas de capacitación, de bienestar, que promuevan el crecimiento y sostenimiento de la empresa.
- ✓ Considero necesario y por demás perentorio, dado el volumen creciente de nuevos carros que y clientes que ingresan al negocio, crear y dividir las secciones de trabajo, crear y separar una división de diseño, una de producción y otra de calidad que estén estrechamente ligadas, pero con indicadores para cada una.
- ✓ Se debe de prestar atención al desarrollo de actividades de mejora continua, a lo largo del proceso, a través de mejoras en el proceso, en los herramentales, en la búsqueda de MP sustitutos, en entrenamiento y capacitación.
- ✓ Se sugiere adoptar esta metodología y buscar aplicar la mayoría de las herramientas Lean, que son encontradas en la literatura, esto llevara con seguridad a que la compañía sobreviva en un escenario en el cual la competencia crece constantemente, ofreciendo productos más livianos, en un menor tiempo de fabricación, más baratos y con una promesa de garantía mayor.

- ✓ Se requiere formar un grupo de trabajo, para identificar oportunidades de mejora, o buzón de sugerencias, que permita recoger inquietudes y valoraciones del proceso mediante los operarios.

5.3TRABAJO FUTURO.

- ✓ Implementar, un sistema de aseguramiento de calidad, bajo normas técnicas, como Iso, específicamente la Norma Iso 9001 2015.
- ✓ Realizar un estudio de mercado, que permita vislumbrar el panorama de crecimiento de la compañía.
- ✓ Modelar (con la información anterior) un tamaño de unidades a fabricar, y establecer las necesidades de la compañía para tener una planta, que satisfaga las unidades necesarias propuestas por nuestra área comercial.
- ✓ Buscar herramientas y mecanismos que nos permitan dar cumplimiento, en tiempo y calidad de las piezas fabricadas por Luxury Glass Corporations S.A.S
- ✓ Establecer un estudio de métodos o ingeniería de métodos, con el fin de parametrizar la operación, aumentar la productividad entre otros aspectos.
- ✓ Reevaluar subprocesos de fabricación y establecer posibles mejoras, cito como ejemplo curvado; se puede establecer además del proyecto de moldes llenos para curvado, un tren de curvado y/o un túnel de curvado que permita curvar más piezas, en menor tiempo, reduciendo cambio de moldes.
- ✓ Evaluar posibilidades de reciclar material blindado defectuoso, para realizar un proceso menos contaminante y más amigable con el medio ambiente.
- ✓ Evaluar, implementar mejoras en el proceso, automatizando algunos subprocesos como corte, pulido, serigrafía.
- ✓ Establecer y definir secuencia de las ordenes de trabajo, mediante las reglas de prioridad o priorización. Este modelo de simulación puede ser benéfico para Luxury Glass Corporations para asignar trabajos y lograr una planificación aterrizada, un proceso más ordenado.
- ✓ Documentar el proceso de fabricación, realizar instructivos de trabajo, manuales de procedimientos, hojas de especificaciones, rutinas de mantenimiento, hojas de vida de equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- Carlos Alberto Castro Zuluaga, Jaime Andrés Castro Urrego, & Mario César Vélez Gallego. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. ITECKNE, 8. Recuperado a partir de http://dx.doi.org/10.15332/iteckne.v8i2.35
- Estudio de Tiempos. (s. f.). Recuperado 24 de octubre de 2017, a partir de http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/
- STEPHEN N. CHAPMAN. (2006). Planificación y control de la producción (Vol. 1). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- http://kailean.es/infografia-para-implementar-lean/
- https://www.tablerodecomando.com/lean-manufacturing/
- https://www.heflo.com/es/blog/mejora-de-procesos/herramientas-lean/
- Chase, R. B., Jacobs, R. F., & Aquilano, N. J. (2004). Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva (décima edición ed.). México: McGraw1Hill Interamericana.
- Schroeder, Roger G. (2004). Administración de operaciones (tercera edición). McGraw1Hill. México
- KRAJEWSKI Ritzman (2000) Administración de Operaciones, Estrategia y Análisis, Procesos, Análisis de Procesos. Quinta Edición, Pearson.
- NORTON Robert L (1999), Diseño de Maquinas, Materiales y Procesos. Primera Edición, Pearson.
- MARKS, Eugene Avallone and Theodore Baumesiter, (1995) Manual del Ingeniero Mecánico, Mecánica de Solidos y Fluidos. Novena Edición, McGraw Hill.
- MARKS, Eugene Avallone and Theodore Baumesiter, (1995) Manual del Ingeniero Mecánico, Resistencia de los Materiales. Novena Edición, McGraw Hill.
- MARKS, Eugene Avallone and Theodore Baumesiter, (1995) Manual del Ingeniero Mecánico, Transmisión del calor por conducción y convección. . Novena Edición, McGraw Hill.
- Icontec, NTC 1578 (2011) Vidrios de Seguridad, utilizados en Construcciones.
- Icontec, NTC 1909 (2008) Vidrio Plano Flotado, Métodos de Ensayo.
- Chase, Jacobs, Aquilano, Richard B, F. Robert, Nocholas J. (2006). Administración de operaciones producción y cadena de suministros. México: Duodécima edición, Mc Graw Hill: 2006.

- Pearson, Carlos. (2009). Manual del vidrio plano. Cámara del vidrio plano y sus manufacturas de la República de Argentina. 3° Edición. Buenos aires, Argentina.

ANEXOS

Anexo A Formulario autodiagnóstico lean manufacturing

AUTODIAGNÓSTICO LEAN

Analice el grado de madurez de su organización con respecto a los parámetros generales del Lean Manufacturing

Dispone a continuación de una herramienta de autodiagnostico, en la cual, cumplimentando unas sencillas y rápidas cuestiones en las hojas de este documento, podrá usted conocer cual es grado de madurez que actualmente tiene su empresa con arreglo a los requisitos actuales del Lean Manufacturing.

Cada hoja contiene unas preguntas sobre una categoría diferente, que deberá responder de 0 a 4 según el siguiente criterio de puntuación:

0- No es una práctica de la empresa

1- Es una práctica, únicamente, arraigada en algunas áreas + -25%

2- Es una práctica habitual en la mayoría de los casos + -50%

3- Es una práctica, casi generalizada + -75%

4- Es una práctica habitual, sin excepciones

En la última hoja, se van almacenando todos los datos para mostrarle su PUNTUACIÓN FINAL y, como resultado el GRADO DE MADUREZ LEAN de su empresa.

Si lo desea, enviándonos los resultados de este autodiágnóstico por e-mail (ode@ode.es) y sin ningún compromiso, se lo devolveremos con una comparativa de la situación de su empresa en relación al resultado global de todas las empresas participantes. Lo cual le permitirá conocer, no solo su situación actual, sino también respecto a la muestra de mercado que supone la amplia variedad de empresas que asisten a esta jornada.

Luxury Glass Corporation

Luxury Glass
Soluciones Inteligentes

Luxury Glass	COMUNICACIÓN & CULTURA	
Item	CRITERIO	Ptos
1	¿Se comunican, como mínimo, dos veces al año y a todos los niveles de la organización, los objetivos y evolución de la satisfacción de los empleados y de los objetivos de la Organización?	0
	Observaciones: No existe compromiso de la direccion,	
2	¿Son capaces los empleados de describir, detalladamente, los objetivos de la Organización y la forma en que su trabajo contribuye a la consecución de éstos?	1
	Observaciones: No existe un lider para realizar sensibilizacion y divulgacion de la informacion,	
3	¿Existe un proceso formal para que los empleados reciban feedback de los problemas encontrados en los procesos por sus clientes internos y/o	1
	Observaciones: No existe retroalimentacion acerca delos problemas encontrados en el producto, donde el cliente final,	
4	¿Los empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse a la consecución de los objetivos de desempeño, calidad y seguridad?	1
	Observaciones: No esta desarrollada la filosofia de trabajo en grupo,	
5	¿Los empleados utilizan, comparten y comprenden los medibles para monitorizar y mejorar sus procesos de trabajo?	1
	Observaciones: Los empleadosson celosos con el manejo de la informacion,	
6	¿Los problemas que aparecen en los procesos de fabricación, son detectados e investigados dentro de los siguientes 10 minutos a su aparición?	1
	Observaciones: No se tiene la informacion de primera mano por dende no se puede determinar completamente su aparicion.	
7	¿Los equipos de soporte, técnicos e ingenieros, tienen adquirida la rutina de: 1) ir al lugar donde ocurre la problemática para entender la situación 2) hablar con el personal de este puesto de trabajo para obtener su opinión?	2
	Observaciones: No se realiza esta actividad a totalidad pero se cuenta con personal de soporte,	
8	¿Se comprende y conoce el concepto de Value Stream Mapping? ¿han sido mapeados todos los procesos y los lay-outs de cada cadena de valor se han segregado?	0
	Observaciones: No se conoce el concepto por la organización,	
	Puntuación total	**7**
	Máxima putuación	**32**
	Valoración del parámetro Lean	**0,22**

	CRM	
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿La información sobre nuestros clientes en la base de datos està actualizada?	1
	Observaciones: La informacion se encuentra desactualizada, no hay registros ni estadisticas completas,	
2	¿Realizamos algún encuentro período con los clientes clave para que nos explique sus necesidades?	1
	Observaciones: Como tal esa actividad no se realiza, los reclamos son atendidos por el asesor comercial, sin el soporte tecnico adecuado	
3	¿Generamos datos estadísticos acerca de dichas necesidades que ayude a la mejora?	0
	Observaciones: No se llevan registros estadisticos	
4	¿Observamos nuestros clientes para saber como utilizan nuestro producto y poder así generar mejoras?	2
	Observaciones: la informacion no es retroalimentada correctamente, y se termina ajustando otros parametros,	
5	¿Tenemos identificados segmentos de clientes fuera de los típicos segmentos por facturación, tamaño, ubicación geográfica?	2
	Observaciones: Si los tenemos pero no hay un paso a seguir frente a los nuevos clientes o los nuevos retos,	
6	¿Sabemos cual es la proporción de presupuestos rechazados por propuesta no ajustada a las necesidades del cliente?	1
	Observaciones: Se tiene una vaga informacion respecto a este tema ,	
7	¿Todas las personas de contacto actualizan los datos relativos a los clientes?	2
	Observaciones: La informacion no se encuentra centralizada, ni completa,	
	Puntuación total	9
	Máxima putuación	28
	Valoración del parámetro Lean	0,32

	SISTEMAS VISUALES 5S's & ORGANIZACION PUESTO DE TRABAJO	
Ítem	**CRITERIO**	**Ptos**
1	¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios, componentes correcto y/o scrap. Las naves están libres de obstrucciones?	0
	Observaciones: La planta no esta organizada ni limpia,	
2	¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación? ¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante?	1
	Observaciones: Estan demarcadas, pero no son respetadas,	
3	¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes? ¿los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo?	2
	Observaciones: La mayoria esta comprometida, pero no es incentivada,	
4	¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?. ¿Siempre que se necesita una herramienta, un utillaje, un contenedor de material, suministros de oficina,... se encuentran fácilmente y están correctamente identificados?. ¿Conocen los empleados como localizarlos?	0
	Observaciones: Las herramientas y utlitajes no son almacenados correctamentey esto hace dificil su ubicación y su inventario,	
5	¿Los paneles de información en los puestos de trabajo, contienen las instrucciones de trabajo (de operación y de seguridad) y un histórico de problemas de calidad recientes y sus contramedidas? ¿Dichos paneles son actualizados regularmente?	0
	Observaciones: No se lleva historico, y no se encuentran actualizados,	
6	¿Los planes de control están accesibles, actualizados y visibles desde el puesto de trabajo y describen las comprobaciones y criterios de aceptación necesarios sobre las características del producto/proceso?	0
	Observaciones: No son accequibles ni estan actualizados,	
7	¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento o hábito riguroso y estable?	0
	Observaciones: No se lleva esa rutina,	
	Puntuación total	**3**
	Máxima putuación	**28**
	Valoración del parámetro Lean	**0,11**

Luxury Glass	ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO	
Ítem	**CRITERIO**	**Ptos**
1	¿Se han desarrollado e implementado estándares para la operación de cada proceso/célula y son utilizados para la formación en el puesto de trabajo?	2
	Observaciones: Se inicio impelmentacion de procedimientos y rutinas de trabajo,	
2	¿Tiene cada proceso su hoja de operaciones estándar al alcance y a disposición del operador?	1
	Observaciones: No esta implementado,	
3	¿El Takt time de cada producto se ha utilizado como base de referencia para establecer el tiempo del proceso de cada operación y los requisitos de actuación para cada operario?	2
	Observaciones: No esta parmetrizado, se esta levantando esta informacion,	
4	¿Intervienen los operarios del proceso y el personal de apoyo, en el diseño y estandarización del puesto de trabajo?	2
	Observaciones: Si los operarios aportan ideas para mejora del proceso,	
5	¿Se estandariza v actualiza, frecuentemente, una visualización de las operaciones que no agregan valor(cambios, controles de calidad,mantenimientos preventivos, etc....?	0
	Observaciones: No esta implementado,	
6	¿Se comprueban periódicamente, mediante auditorías u otras herramientas, las hojas de operación estándar, comprobando la conservación de las mejoras realizadas?	0
	Observaciones: No esta implementado,	
7	¿Habitualmente los operarios cumplen con rigor las instrucciones reflejadas en las hojas de operación estándar? ¿Se registran, investigan y corrigen los errores e incumplimientos que se producen?	1
	Observaciones: No esta parmetrizado, se esta levantando esta informacion,	
	Puntuación total	**8**
	Máxima putuación	**28**
	Valoración del parámetro Lean	**0,29**

Luxury Glass	MEJORA CONTINUA	
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Existe una estrategia clara respecto a la Mejora Continua en la empresa (Luxury Glass Corporation, identificación-priorización de proyectos, infraestructura, recursos,etc...) capaz de obtener resultados de manera sostenible y continuada?	1
	Observaciones: Si pero su implementacion es muy lenta,	
2	¿Existe un proceso formal para la captación de sugerencias y oportunidades de mejora en todos los niveles de la organización? ¿Existe un sistema normalizado de reconocimiento?	0
	Observaciones: No existe,	
3	¿Los empleados han sido formados en los métodos de trabajo necesarios para desarrollar la Mejora Continua y se les ha involucrado en su desarrollo e implementación?	1
	Observaciones: No esta implementado, pero los operarios realizan aportes para mejora,	
4	¿Conocen los empleados las siete fuentes de despedicio básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo, y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?	0
	Observaciones: No estan familiarizados con la filosofia Lean,	
5	¿La mejora continua y los eventos Gemba-Kaizen se estructuran, planifican y aplican dentro de las prácticas ordinarias de la empresa? ¿se reconocen los éxitos y se expanden a través de procesos afines en la instalación?	0
	Observaciones: No existe,	
6	¿Se puede considerar que la mayoría de las mejoras aplicadas no representan apenas inversión?	1
	Observaciones: No se lleva record	
7	¿Losvanálisis VSM se utilizan como base de referencia para comprobar y evaluar los progresos obtenidos?	0
	Observaciones: No existe,	
	Puntuación total	**3**
	Máxima putuación	**28**
	Valoración del parámetro Lean	**0,11**

Luxury Glass	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
Ítem	**CRITERIO**	**Ptos**
1	¿Se garantiza la formación de todos los empleados en el puesto de trabajo antes de trabajar sólos? ¿Sólo una parte insignificante de la defectuosidad del producto/proceso es atribuible a trabajadores nuevos o inexpertos?	2
	Observaciones: Se realiza entrenamiento de los operarios en las diferentes areas,	
2	¿Se han evaluado, medido y reducido los recorridos del producto y componentes en la planta?	0
	Observaciones: Se ha evaludo, pero no seha reducido los recorridos,	
3	¿Las capacidades de la instalación son acordes a las necesidades de operación? ¿Tienen la capacidad de modificar lavelocidad para equilibrarse con el TAKT TIME?¿La instalación está liberada de "atascadores"?	0
	Observaciones: La capacida instalada no es la apropiada para el tamaño de la operacion,	
4	¿Está el proceso de trabajo diseñado para poder identificar, de manera inmediata, los defectos en el momento y lugar donde se manifiesten?	0
	Observaciones: No esta diseñado para realizar esta identificacion y determinar los defectos,	
5	¿Los procesos y los equipos están mantenidos de manera que garanticen el flujo de trabajo sin interrupciones no deseadas?	0
	Observaciones: No. Algunas veces el flujo de trabajo se ve interrumpido por el sumnistro de MP.	
6	¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	2
	Observaciones: La mayoria de los operarios, estan capacitados y entrenados en los diferentes procesos,	
7	¿Se han diseñado e implementado células de trabajo que garanticen el flujo de una pieza a través del proceso productivo?	0
	Observaciones: No se ha diseñado,	
	Puntuación total	**4**
	Máxima putuación	**28**
	Valoración del parámetro Lean	**0,14**

Luxury Glass	POKA YOKE	
Ítem	**CRITERIO**	**Ptos**
1	¿Los empleados han sido formados en los métodos antierror y existe un equipo de análisis permanente de los defectos delproceso y de las oportunidades de eliminar errores?	0
	Observaciones: No estan instruidos.	
2	¿Han sido desarrollados y aplicados los dispositivos y métodos anti-error para eliminar los defectos más críticos y recurrentes de cada área o puesto de trabajo?	1
	Observaciones: Algunas actividades se han mejorado, para reducir defectos recurrentes,	
3	¿Se han implementado los dispositivos y métodos anti-error en todo tipo de proceso (operaciones manuales; procesos automatizados e inclusive procesos administrativos)?	1
	Observaciones: La implementacion ha sido minima,	
4	¿ Se controla la eficacia y se garantiza el correcto fucionamiento de todos los dispositivos y métodos anti-error implementados?	0
	Observaciones: No se controla.	
5	¿Se realiza un análisis del rendimiento de todos los componentes,subconjuntos y productos en vistas de identificar mejoras en su diseño para eliminar errores y mejorar su productividad?	0
	Observaciones: No se realiza.	
6	¿Están autorizados los operarios a detener la línea cuando encuentran una unidad defectuosa o no pueden completar el proceso en las condiciones definidas en la hoja de operación estándar?	0
	Observaciones: No existe,	
7	¿En todos los casos que sea factible, los procesos manuales están reforzados con comprobaciones mecánicas para ayudar en la toma de decisiones y garantizar su efectividad?	1
	Observaciones: Algunas operaciones son controladas y reforzadas.	
8	¿Los equipos y procesos están equipado scon elementos de señal (ANDON) que atraen la atención de operarios y supervisores ante situaciones en las que se requiere ayuda o ante problemas de suministro?	1
	Observaciones: Ciertas maquinas,	
	Puntuación total	**4**
	Máxima putuación	**32**
	Valoración del parámetro Lean	**0,13**

Luxury Glass	SMED	
Ítem	**CRITERIO**	**Ptos**
1	¿Se planifican con la suficiente antelación y precisión todos los cambios, de forma que todos los operarios están informados y conocen con precisión el momento en que se producirán?	0
	Observaciones: No se informa,	
2	¿Están emplazados los equipos del cambio en el lugar apropiado y los operarios están formados en métodos de cambio rápido? ¿Los operarios actúan continuamente en la mejora de los métodos de cambio?	0
	Observaciones: No estan capacitados.	
3	¿De manera frecuente y habitual, el tiempo transcurrido entra la última pieza buena del trabajo anterior y la primera pieza buena del siguiente proceso, es menor de diez minutos?	0
	Observaciones: El hacer acabado de cada pieza lleva mas de 20 minutos	
4	¿Se extrapolan, a otros procesos y áreas de la empresa, las ideas de mejora en los cambios implementadas con éxito?	0
	Observaciones: No se realiza,	
5	¿Se han desarrollado e implementado instrumentos y equipos que ayuden a reducir el tiempo de cambio y/o el trabajo necesario?	2
	Observaciones: Se realizan alguna implementacion de cambio de herramientas.	
6	¿El tiempo de cambio real vs prvisto está informado en cada puesto de trabajo de manera clara y visible?	0
	Observaciones: No esta evidenciado.	
7	¿Se utilizan listas de comprobación conteniendo: materiales,utillajes,mediosde control, componentes, etc...necesarios para la siguiente producción, como soporte para la reducción de los tiempos de cambio?	0
	Observaciones: No se realiza,	
8	¿Están identificados, conservadosy almacenados, de manera ordenada y garantizando su correcto funcionamiento,todos los items necesarios para los cambios?	1
	Observaciones: No estan identificados completamente,	
	Puntuación total	**3**
	Máxima putuación	**32**
	Valoración del parámetro Lean	**0,09**

Luxury Glass	TPM	
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Los responsables de mantenimiento y sus equipos han sido entrenados en los conceptos y principios del TPM?	0
	Observaciones: No estan entrenados.	
2	¿La maquinaria funciona con todos los elementos de seguridad necesarios activos?¿Se inutiliza el uso de los equipos cuando los elementos de seguirdad se rompen o no funcionan adecuadamente?	1
	Observaciones: La mayoria de la maquinaria esta desprovista de elementos de proteccion y seguridad.	
3	¿Se publican en cada área de trabajo los planes de intervención de mantenimiento (preventivo,predictivo)? ¿Se rastrea y evalúa la duración de los diferentes items críticos en el correcto funcionamiento del equipo?	0
	Observaciones: No se realiza.	
4	¿Se mantienen con rigor los registros de las intervenciones de mantenimiento y se exponen de manera clara y visiblepara todos los	0
	Observaciones: No se realiza.	
5	¿Las actividades de mantenimiento se enfocan al aumento de la utilización-disponibilidad de los equipos y a la disminución de la variabilidad en el tiempo de ciclo?	0
	Observaciones: No se realiza.	
6	¿Están definidas las responsabilidades relacionadas con el mantenimiento, tanto para el personal de mantenimiento como para el de producción?	0
	Observaciones: No estan definidas.	
7	¿Se destina un tiempo diario suficiente, en la actividad de los operarios, para dedicarlo a actividades de mantenimiento, conservación y limpieza de los equipos y puestos de trabajo?	1
	Observaciones: Se destina tiempo para limpieza unicamente,	
	Puntuación total	**2**
	Máxima putuación	**28**
	Valoración del parámetro Lean	**0,07**

Luxury Glass	PULL SYSTEM	
Ítem	**CRITERIO**	**Ptos**
1	¿Todos los puestos de trabajo y procesos productivos conocen y exponen, clara y visiblemente, los requisitos necesarios en la producción,los objetivos de producción horaria y los tiempos de cambio?	1
	Observaciones: Se realiza programacion de entregas.	
2	¿Todos los mandos de la planta han sido formados en los principios y la implementación del pull system?	0
	Observaciones: No han sido formados	
3	¿Los flujos de materiales en la planta transcurren en flujos de una pieza o en supermercados "aguas abajo" gestionados por Kan-Ban?	0
	Observaciones: No se realiza	
4	¿Los procesos río abajo tiran del resto de procesos, marcandos los ritmos y horarios de trabajo de los procesos río arriba?	1
	Observaciones: Se realiza programacion de entregas.	
5	¿Las líneas, células o fases de las operaciones, son capaces de adaptarse a la demanda del cliente, mediante cambios de horarios de producción, únicamente, en el proceso "marcapasos"?	1
	Observaciones: Se realiza programacion de entregas.	
6	¿Los supervisores de la producción y el personal administrativo, únicamente, producen el "papeleo" mínimo necesario para el siguiente proceso?	2
	Observaciones: La informacion generada para esta actividad es completa.	
	Puntuación total	**5**
	Máxima putuación	**24**
	Valoración del parámetro Lean	**0,21**

Luxury Glass	BALANCEADO DE LA PRODUCCIÓN	
Ítem	**CRITERIO**	**Ptos**
1	¿Se realiza un esfuerzo para nivelar los horarios del proceso de producción requiriendo, tanto de los suministradores internos como externos, planificar entregas frecuentes de lotes pequeños?	2
	Observaciones: Se realiza programacion de entregas.	
2	¿Se realizan los cambios de producción para reforzar el concepto de entregar la demanda diaria de todas las referencias, por encima de la fabricación en lotes?	2
	Observaciones: Se realiza programacion de entregas.	
3	¿El TaktTime es conocido por todos y determina el ritmo de los procesos de producción?	1
	Observaciones: No es conocido, pero se manejan fechas de entrega.	
4	¿El TaktTime se utiliza para asignar las dotaciones de trabajo y los tiempos de ciclo en cada proceso?	2
	Observaciones: Se realiza de acuerdo a las acracteristicas de cada subproceso.	
5	¿Cuando se modifica la demanda del cliente, se vuelven a balancear los procesos y se redefinen los tiempos de ciclo conforme al nuevo Takt time?	2
	Observaciones: Se modifican de acuerdo a los compromisos de entrega.	
	Puntuación total	**9**
	Máxima putuación	**20**
	Valoración del parámetro Lean	**0,45**

Luxury Glass

CRITERIOS GENERALES DE PUNTUACIÓN

0- No es una práctica de la empresa
1- Es una práctica, únicamente, arraigada en algunas áreas + -25%
2- Es una práctica habitual en la mayoría de los casos + -50%
3- Es una práctica, casi generalizada + -75%
4- Es una práctica habitual, sin excepciones

#	Puntuaciones por Categoría	Abv.	Puntuación	X10	Puntuación corregida	Target Score
1	COMUN & CULT	C&C	0,21875	10	2,1875	10
2	CRM	CRM	0,32142857	10	3,21428571	10
3	5S & ORG PTO	5S's	0,10714286	10	1,07142857	10
4	STD TRABAJO	STD	0,28571429	10	2,85714286	10
5	MEJORA CONTINUA	MC	0,10714286	10	1,07142857	10
6	FLEXIBILIDAD	FLEX	0,14285714	10	1,42857143	10
7	POKA YOKE	PY	0,125	10	1,25	10
8	SMED	SM	0,09375	10	0,9375	10
9	TPM	TPM	0,07142857	10	0,71428571	10
10	PULL SYSTEM	PS	0,20833333	10	2,08333333	10
11	BALANCEADO	BAL	0,45	10	4,5	10
	Puntuación total				***21,3154762***	110

Calcule su puntuación final y ratio de madurez de acuerdo con los parámetros siguientes:

Lean a nivel básico = 1 a 33
Lean en proceso de transición hacia la madurez = 34 a 75
Lean maduro = 76 a 110

ANEXO B: VSM Futuro

