

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA  
OPTAR POR EL GRADO DE  
BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORA DE LA CADENA  
DE VALOR DE LA EMPRESA SERVIGLASS  
VIDRIO Y ALUMINIO S. A., EN LA  
PROVINCIA DE HEREDIA, DURANTE EL II  
Y III CUATRIMESTRE 2018**

**Estudiante: Ariana Elizondo Diaz**

**Tutor: Ing. Rolando Álvarez**

**Heredia, diciembre, 2018**

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Ariani Elizondo Díaz, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1445-0605 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Propuesta de mejora de la cadena de valor de la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S.A. en la provincia de Heredia, durante el II y III cuatrimestre 2018"

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los once días del mes de enero del año dos mil diecinueve.



Firma del estudiante

Cédula 1-1445-0605

## CARTA DEL TUTOR

Heredia, 11 de enero de 2019

**Departamento de Registro  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

La estudiante Ariana Elizondo Díaz, cédula de identidad número 1-1445-0605, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "PROPUESTA DE MEJORA DE LA CADENA DE VALOR DE LA EMPRESA SERVIGLASS VIDRIO Y ALUMINIO S.A. EN LA PROVINCIA DE HEREDIA, DURANTE EL II Y III CUATRIMESTRE 2018", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	16%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	24%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	16%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	16%
	TOTAL		80%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



**Rolando Álvarez Calvo**  
Céd. 6-0358-0571

## CARTA DEL LECTOR

21-mar.-19

**Señores**

**Registro**

**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

La estudiante **Ariana Elizondo Días**, cédula de identidad **1-1445-0605**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: *"PROPUESTA DE MEJORA DE LA CADENA DE VALOR DE LA EMPRESA SERVIGLASS VIDRIO Y ALUMINIO S.A. EN LA PROVINCIA DE HEREDIA, DURANTE EL II Y III CUATRIMESTRE 2018"*, el cual ha elaborado para optar por el grado de **Bachillerato**.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

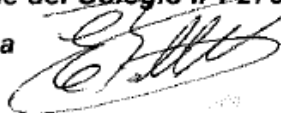
Atentamente,

**Nombre del profesor Ing. Esteban Beita Navarro MBA**

**Cédula 1-1069-0046**

**Carné del Colegio IPI-27501**

**Firma**



## CARTA DEL FILÓLOGO

Cartago, 14 de marzo de 2019

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, mayor, casada, filóloga, cédula de identidad número 3 0447 0799 y Daniel González Monge, mayor, casado, filólogo, cédula de identidad número 1 1345 0416, vecinos de Quebradilla de Cartago, en calidad de filólogos revisamos y corregimos el trabajo final de graduación que se titula: *Propuesta de mejora de la cadena de valor de la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., en la provincia de Heredia, durante el II y III cuatrimestre 2018*, sustentado por Ariana Elizondo Diaz.

Hacemos constar que se corrigieron todos los aspectos de forma, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Hispanoamericana.



Elena Redondo Camacho  
Céd. 3 0447 0799  
Bachiller en Filología Española  
Carné ACFIL 0247



Daniel González Monge  
Céd. 1 1345 0416  
Bachiller en Filología Española  
Carné ACFIL 0245

## DEDICATORIA

A mis motores de vida. Mi esforzado e incansable padre, mi amorosa y abnegada madre, mis cariñosas y alegres hermanas y mis seres incondicionales que hacen brillar mi día a día con sus tiernas miradas e inquietas colitas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Creador por brindarme naturaleza y seres de amor que llenan la vida de ilusión.

A mi papá por impulsarme a estudiar.

A mi hermana Andrea por siempre apoyarme y por compartir conmigo su valioso tiempo y conocimiento.

A la Universidad Hispanoamericana y todos sus colaboradores que hicieron este proceso más sencillo.

A Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. por abrirme sus puertas y compartir conmigo su tiempo y espacio para trabajar en equipo en la realización de este proyecto.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Declaración Jurada .....	ii
Carta del Tutor .....	iii
Carta del Lector .....	iv
Carta del Filólogo.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos .....	vii
Índice de Contenido .....	viii
Índice de Ilustraciones .....	xiii
Índice de Tablas.....	xv
Resumen Ejecutivo .....	xvi
Capítulo 1. Introducción .....	1
1.1. Descripción General del Proyecto.....	2
1.2. Identificación de la Empresa o Institución .....	4
1.3. Planteamiento del Problema .....	6
1.3.1. Justificación del Estudio.....	8
1.4. Objetivos de la Investigación.....	10
1.4.1. Objetivo General.....	10
1.4.2. Objetivos Específicos.....	10

1.5. Alcances y Limitaciones .....	11
1.5.1. Alcances .....	11
1.5.2. Limitaciones .....	11
Capítulo 2. Marco Teórico .....	12
2.1. Marco Conceptual General Relativo a la Carrera .....	13
2.1.1. Diagramas de Flujo .....	14
2.1.2. Medición de Tiempos .....	14
2.1.3. Productividad .....	15
2.2. Marco Conceptual Atinente a la Gestión del Proyecto .....	18
2.2.1. Metodología DMAIC .....	18
2.2.2. Lean Manufacturing .....	19
2.2.3. Value Stream Mapping .....	21
2.3. el Marco Conceptual Referente al Impacto del Proyecto .....	22
2.4. Antecedentes de Proyectos o Experiencias Semejantes .....	25
Capítulo 3. Marco Metodológico .....	27
3.1. Metodología para la Definición del Problema .....	28
3.1.1. Entrevistas .....	28
3.1.2. Diagramas de Proceso .....	29
3.1.3. Diagrama Ishikawa .....	29
3.1.4. Registro de Tiempos .....	29

3.1.5. Software de Minería de Procesos Disco .....	30
3.2. Metodología para la Medición y Respaldo Cualitativo de Proyecto .....	31
3.3. Metodología para la Propuesta de Mejora, Construcción o Puesta en Práctica de un Nuevo Proceso, Producto o Servicio .....	32
3.4. Metodología para la Implementación del Proyecto .....	34
3.5. Metodología para la Verificación, Aseguramiento, Control y Seguimiento de Resultados .....	37
Capítulo 4. Línea Base y Análisis de Causa .....	40
4.1. Descripción de la Situación Actual .....	41
4.2. Análisis del Flujo de Proceso y Trazabilidad de Órdenes .....	46
4.3. Análisis Tipos de Error .....	57
4.3.1. Desperdicio de Vidrio Crudo .....	57
4.3.2. Entrega Tardía .....	61
4.3.3. Error en Entrega de Producto .....	65
4.4. Value Stream Mapping .....	67
Capítulo 5. Diseño e Implementación de la Solución .....	73
5.1. Argumentos y Despliegue de la Propuesta .....	74
5.1.1. % de Desperdicio de Vidrio Crudo .....	74
5.1.2. % de Entregas Tardías .....	75
5.1.3. % de Error en Entrega de Producto .....	76
5.2. Implementación y Consolidación de la Propuesta .....	78

5.2.1. Implementación de un Software de Optimización de Corte de Láminas de Vidrio .....	79
5.2.2. Creación de Bodega para Inventario de Pedacera en ERP .....	81
5.2.3. Capacitación General para Todos los Empleados .....	86
5.2.4. Creación de Plantilla de Cotizaciones .....	88
5.2.5. Creación e Implementación de una Lista de Verificación para Entrega de Producto .....	89
5.2.6. Aplicación de 5S .....	92
5.2.7. Creación de Programa de Incentivos .....	101
5.3. Control, Evaluación y Seguimiento.....	104
5.4. Beneficios del Proyecto.....	109
5.4.1. Metas, Aportes y Beneficiarios.....	109
5.4.2. Beneficios Económicos Estimados .....	118
Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones .....	121
6.1. Validación de Objetivos.....	122
6.2. Conclusiones y Recomendaciones .....	130
6.2.1. Conclusiones .....	130
6.2.2. Recomendaciones .....	131
Bibliografía .....	132
Anexos.....	135
Anexo I. Programa de Incentivos .....	136

Anexo II. Manual de Procedimiento para Cotización .....	140
Anexo III. Fotografías de las Capacitaciones .....	152
Anexo IV. Manual de Uso del <i>Software</i> Disco .....	154

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Organigrama de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. ....	5
Ilustración 2. Representación Gráfica de la Metodología .....	39
Ilustración 3. Diagrama de Flujo del Macroproceso .....	46
Ilustración 4. Simbología Diagrama.....	49
Ilustración 5. Actividades con Mayor Duración .....	49
Ilustración 6. Mayores Tiempos de Espera entre Actividades .....	50
Ilustración 7. Diagrama de Trazabilidad y Flujo del Proceso Preimplementación (Primera Parte) .....	51
Ilustración 8. Diagrama de Trazabilidad y Flujo del Proceso Preimplementación (Segunda Parte).....	52
Ilustración 9. Desperdicio de Vidrio Crudo (Extracto del Diagrama) .....	53
Ilustración 10. Espera Cotización por Proveedor (Extracto del Diagrama) .....	54
Ilustración 11. Tiempo Muerto entre Cobro y Envío a Producción (Extracto del Diagrama) .....	54
Ilustración 12. Espera Cotización por Proveedor (Extracto del Diagrama) .....	55
Ilustración 13. Reprocesos por Error Entrega Producto (Extracto del Diagrama) .....	56
Ilustración 14. Diagrama Ishikawa Desperdicio de Vidrio Crudo .....	57
Ilustración 15. Diagrama Pareto Desperdicio de Vidrio Crudo.....	60
Ilustración 16. Diagrama Ishikawa Desperdicio de Vidrio Crudo .....	61
Ilustración 17. Diagrama Pareto Entregas Tardías.....	64
Ilustración 18. Diagrama Ishikawa Error en Entregas de Productos .....	65
Ilustración 19. Diagrama Pareto Error Entrega Productos .....	66

Ilustración 20. Diagrama VSM.....	70
Ilustración 21. Interfase de PLUS 2D Glass .....	80
Ilustración 22. Introducción a PLUS 2D Glass.....	80
Ilustración 23. Interfase del Kardex de Inventario.....	83
Ilustración 24. Interfase Bodega en ERP.....	84
Ilustración 25. Extracto del Manual de Procedimientos para Cotizaciones .....	89
Ilustración 26. Hoja de Chequeo 5S .....	98
Ilustración 27. Pared de Herramientas 5S.....	99
Ilustración 28. Bodega Vidrio Oscuro y Crudo 5S .....	100
Ilustración 29. Bodega Espejos 5S.....	100
Ilustración 30. Fichas Programa de Incentivos .....	102
Ilustración 31. Semáforo de Indicadores .....	108
Ilustración 32. Nuevo Diagrama de Flujo (Simulado).....	111
Ilustración 33. Imagen XXXIII. Diagrama de Trazabilidad y Flujo del Proceso posimplementación (Primera Parte) .....	114
Ilustración 34. Diagrama de Trazabilidad y Flujo del Proceso posimplementación (Segunda Parte).....	115
Ilustración 35. Mejora Cotización .....	116
Ilustración 36. Mejora Envío a Producción .....	117
Ilustración 37. Mejora de Recibo a Instalación .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recopilación de Datos mediante Registro de Tiempos .....	42
Tabla 2. Resumen Tipos de Error .....	44
Tabla 3. Órdenes con Errores Múltiples .....	45
Tabla 4. Responsabilidades por Recursos .....	58
Tabla 5. Utilización por Recurso.....	59
Tabla 6. Duración Producción Tipos de Vidrio.....	62
Tabla 7. Demanda de Productos.....	67
Tabla 8. Tiempos de Actividades Tradicional .....	68
Tabla 9. Procesos Productivos para VSM.....	68
Tabla 10. Costos de la Propuesta de Bodega de Inventario para Pedacera.....	85
Tabla 11. Agenda de Capacitación .....	87
Tabla 12. Nueva Distribución de Tareas .....	88
Tabla 13. Metas Programa de Incentivos .....	101
Tabla 14. Plantilla para Registro de Tiempos y Trazabilidad de Órdenes.....	104

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general de este proyecto de graduación consiste en mejorar la cadena de valor de la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., para el aumento de su desempeño en los indicadores: tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y desperdicio de materia prima, mediante la aplicación de estándares, mejores prácticas y herramientas de la Ingeniería Industrial, durante el segundo semestre del 2018.

A continuación, se resumen los aspectos en los que el proyecto cumplió con el objetivo general y contribuyó a la Cadena de Valor de esta empresa:

1. Reducción del tiempo de las cotizaciones: de 3.38 días a realizarse de manera inmediata.
2. Decremento del tiempo muerto entre las actividades *Cobro 50 %* y *Enviar a Producción*: de 2.15 días a efectuarse de manera inmediata.
3. Disminución de los errores en la entrega, de manera que en lugar de despachar un 10 % de pedidos con error, se redujo a un 2 %. Esto contribuye con la satisfacción de los clientes.
4. Eliminar las interdependencias por especialización, las cuales generaban cuellos de botella en algunos puestos de trabajo y errores cuando otro operario realizaba una labor que no era la propia. Ahora los colaboradores están mejor capacitados para realizar todas las

actividades involucradas en el procesamiento de los pedidos.

5. Eliminación de tiempos de espera para instalar material que ya está listo y en bodega, reducción de 2,72 días para realizar la instalación de manera inmediata.
6. Mayor aprovechamiento de la materia prima al reducir el *scrap* de vidrio flotado crudo de un 20 % a solamente un 10 %, lo que genera más rentabilidad a Serviglass.
7. Mejoramiento de los tiempos de entrega, de un 85 % de entrega a tiempo a un 95 % de entregas a tiempo. Esto reduce el *lead time* total de la orden en un total de 8.25 días, lo que genera mayor rentabilidad para Serviglass y mayor satisfacción de los clientes.

# **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La siguiente investigación trata sobre un tema trascendental para la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A.: la mejora de su cadena de valor. La línea de investigación de este proyecto es *Operaciones Industriales*. Este proyecto está relacionado con esta línea de investigación porque pretende mejorar la cadena de valor de Serviglass Vidrio y Aluminio mediante el análisis de los procesos actuales y propuestas de mejora.

La investigación se divide en seis capítulos. El primero describe la situación actual de la empresa, el problema, su sistematización y propone los objetivos de investigación.

El segundo capítulo expone el marco situacional y el marco teórico. Se plantean los elementos estratégicos y operativos de la empresa, así como su entorno con base en la competencia y el campo de acción en el que se desempeña como distribuidora de productos de vidrio y aluminio con sus derivados. Se menciona su historia, misión y visión, se describe también el panorama general de la compañía y su situación actual. Además, se abarcan conceptos expuestos por diferentes autores sobre ingeniería, que sirven de sustento para este estudio.

El tercer capítulo comprende temas metodológicos. Además, se delimitan los sujetos y las fuentes de información, la población y muestra. Asimismo, se definen los instrumentos de investigación.

El cuarto capítulo presenta el análisis y la interpretación de resultados de cada

uno de los temas anteriores, lo cual se presenta por medio de gráficos y tablas, con la información obtenida después de aplicar los instrumentos.

En el quinto capítulo se desarrolla el diseño e implementación de la solución y en el sexto se presentan las conclusiones y recomendaciones como resultado de los principales hallazgos.

## 1.2. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

La empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. es una pyme: una vidriera ubicada en Heredia Centro, cuya actividad económica se encuentra en el sector construcción. Específicamente, se dedica al suministro y la instalación de cerramientos en vidrio, aluminio y accesorios.

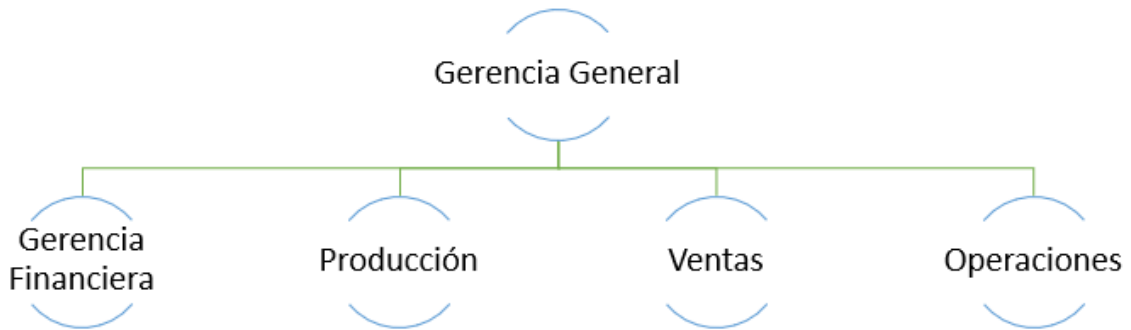
Surgió bajo el nombre *Vidrios La Distribuidora*, hace 20 años, aproximadamente. Sin embargo, en marzo de 2017 vendió sus acciones a la empresa *Serviglass Vidrio y Aluminio*, cuyo capital es 100 % costarricense, creada con el propósito de adquirir las acciones de *Vidrios la Distribuidora* y continuar con su giro de negocio, con algunas mejoras como producto de su nueva imagen y las políticas de la nueva administración.

Tiene un enfoque en clientes finales, personas que están construyendo o remodelando sus casas y que necesitan suministro e instalación de ventanería en vidrio (ya sea crudo o de seguridad, como laminado o templado) y aluminio, así como productos complementarios, como puertas de baño, accesorios y espejos. Además, tiene como clientes a constructoras, maestros de obra, ingenieros y arquitectos que requieren estos mismos servicios.

La estructura organizacional es lineo-funcional, cuenta con un gerente general, una administradora, dos vendedores-instaladores y un encargado de taller. Serviglass subcontrata algunos servicios como, por ejemplo: Contabilidad, instalaciones, mensajería y cobro, legal y Recursos Humanos. Por el volumen de trabajo y la cantidad de personal, de momento, hay ciertas actividades que se

encuentran relegadas. No existe área de Ingeniería Industrial, ni mejora continua. Tampoco se encuentran documentados ninguno de sus procesos productivos ni operativos.

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa:



*Ilustración 1.* Organigrama de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A.

Con respecto a su proceso productivo, básicamente se centra en corte de vidrio manual, que se realiza en una mesa de corte con las herramientas características para corte, como chispas, las perforaciones se realizan con taladro manual con sus respectivas brocas. Adicional a esto, se fabrican ventanas de aluminio y vidrio.

### 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. provee las siguientes estadísticas para detallar su problema, estas estadísticas son el resultado del promedio del índice de los últimos 6 meses. La gerencia menciona que el bajo desempeño en los indicadores se puede deber a que actualmente existe una dependencia y centralización de funciones en la gerencia general, la empresa cuenta con personal, sin embargo, no hay claridad en los procedimientos y estos no se encuentran mapeados, estandarizados, mucho menos documentados.

- a. 15 % de entregas tardías, meta: 95 % entregas a tiempo.

De 350 pedidos mensuales, 52 presentan incumplimiento en los tiempos de entrega, así lo evidencia la estadística: 85 % pedidos a tiempo, 9 % con 1-2 días de retraso y 6 % con más de dos días de retraso.

- b. 10 % de error en las entregas de productos, meta: 98 % de exactitud en la entrega.

De 350 pedidos mensuales, 35 presentan error en medidas, acabado o instalación.

- c. 20 % de desperdicio en vidrio crudo, meta: no exceder el 10 % en *Scrap*.

La empresa maneja por mes 170 m<sup>2</sup> de vidrio flotado crudo, de este se desperdicia aproximadamente 34 m<sup>2</sup>, equivalente a 4,22 láminas por mes.

Por lo tanto, el problema de la investigación radica en ineficiencias administrativas, operativas o productivas que generan incumplimiento de las metas establecidas para los siguientes indicadores: tiempos de entrega (cumplimiento del 95 %), exactitud de los pedidos (cumplimiento del 98 %) y desperdicio de materia prima (mantenerlo por debajo del 10 %). Por este motivo, se plantea la siguiente pregunta:

**¿Cómo mejorar la cadena de valor de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., para que cumpla con las metas establecidas en: tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y desperdicio de materia prima?**

La gerencia de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. considera que existen oportunidades de mejora en estos indicadores de rendimiento. Las quejas de los clientes evidencian ineficiencias en los indicadores de tiempos de entrega y exactitud de los pedidos. De los 87 errores mensuales (52 correspondientes a entregas tardías y 35 a errores en producto), el 60 % se convierten en quejas formales de los clientes, esto equivale a 53 quejas mensuales (2.4 quejas diarias).

Estas quejas no solo se traducen en tiempo que la administradora debe invertir para darles el manejo apropiado (en promedio se invierte 1 hora diaria en esta tarea), sino que, además, en algunos casos, bajo discreción de la gerencia, se aplican descuentos de hasta un 10 % para compensar la experiencia negativa de algunos clientes, lo que a la larga afecta la rentabilidad de la compañía.

Por otra parte, con la mejora de los indicadores identificados por gerencia se lograrían resguardar, no solo los valores asociados al costo del tiempo efectivo que

la administradora invierte (0.11 recurso), sino también las ventas equivalentes al % de ineficiencias actuales, presentados a continuación:

- 15 % de entregas tardías, meta: 95 % de entregas a tiempo.

1,950,000 comprometidos. Con la mejora se pretende reducir las tardías a un 5 %. Se protegería el equivalente a 1,300,000 colones.

- 10 % de error en las entregas de productos, meta: 98 % de exactitud en la entrega.

1,300,000 colones se podrían ver afectados por error en la entrega de los productos. Con la mejora de este indicador, este monto se podría reducir a 260,000 colones.

- 20 % de desperdicio en vidrio crudo, meta: no exceder el 10 % en *scrap*.

El *scrap* actual se pretende reducir en un 50 %, lo que representa un ahorro de 2,11 láminas de vidrio al mes y eso equivale a 211,000 colones.

Los aspectos contemplados anteriormente demuestran que, con la mejora de los indicadores, se podría resguardar el equivalente económico a 2,551,000 colones mensuales, más el mejoramiento de 11 % en el tiempo efectivo de la administradora.

### **1.3.1. Justificación del Estudio**

La necesidad principal de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. radica en aumentar el desempeño de los indicadores de tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y

desperdicio de materia prima, ya que las estadísticas de los últimos 6 meses muestran que no se está llegando a las metas establecidas.

La gerencia general expone su deseo de documentar todos los procesos productivos, aseguran que la estandarización de los procedimientos puede ayudar a mejorar los indicadores, pues los empleados estarían en una mejor posición para tomar decisiones operativas preaprobadas por gerencia en escenarios específicos. Consideran que esto agilizaría los procesos internos y reduciría desperdicios y errores operativos.

Este proyecto está orientado a que la empresa atienda los indicadores que actualmente generan pérdidas económicas aproximadas a 2,551,000 colones (correspondientes a: *scrap*, atrasos, errores operativos, procesamiento de quejas y descuentos aplicados como compensación) e insatisfacción de los clientes.

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

**Mejorar la cadena de valor de la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., para el aumento de su desempeño en los indicadores: tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y desperdicio de materia prima, mediante la aplicación de estándares, mejores prácticas y herramientas de la Ingeniería Industrial, durante el segundo semestre del 2018.**

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Identificar todas las posibles causas que generen ineficiencias y errores en los indicadores: tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y desperdicio de materia prima, mediante diagramas de Ishikawa, Pareto y VSM para la identificación de las causas raíz.
- Diseñar estrategias de mejora por medio de la metodología DMAIC y herramientas de la metodología Lean para la estandarización de los procesos operacionales y la mejora de estos indicadores.
- Proveer herramientas de control como Plantillas de Registro, *Software* de Minería de Procesos y Gráficos de Monitoreo que aseguren que los indicadores de desempeño se mantienen de manera constante en los límites aceptados por gerencia.

## **1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1. Alcances**

A la gerencia de Serviglass Vidrio y Aluminio se le brindará un estudio y panorama general de la situación actual de su cadena de valor, además, se proporcionarán propuestas para determinar estrategias dirigidas que puedan agregar valor y que se vean reflejadas en una mejora de sus recursos al incrementar los indicadores de tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y desperdicio de materia prima.

La investigación se realizará de mayo a octubre del 2018, en la provincia de Heredia, en las oficinas de la empresa.

### **1.5.2. Limitaciones**

Actualmente, la información de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. no es de difícil acceso. Solo la administradora guarda algunos registros de datos de manera local en su computadora. No existen sistemas centralizados de acceso a información, ni transaccionales, ni de visualización.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO**

## 2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

La Ingeniería Industrial es una rama fascinante del mundo de la Ingeniería que antepone ante el humano una amplia gama de conocimientos y herramientas que ayudan a la optimización de los recursos, eficacia de los procesos, reducción de costos y desperdicios y maximización de los resultados. Es decir, busca un aprovechamiento total de los recursos, hacer lo mejor al menor costo posible.

Palma y Miñan (2012), mencionan que: “la ingeniería es una profesión en la que el conocimiento de las ciencias básicas se aplica al uso eficaz de los materiales y las fuerzas de la naturaleza con el fin de atender las crecientes necesidades del ser humano” (p. 210). La cita anterior permite intuir que los principios de esta profesión no son únicamente aplicables al área profesional, sino también a las crecientes necesidades del humano en general.

Por lo tanto, ingenieros o no, todas las personas se enfrentan a aplicar los principios básicos de Ingeniería Industrial en sus actividades cotidianas para suplir sus crecientes demandas por medio de la mejora continua. La administración eficaz de los recursos del hogar, el orden de este, la identificación de la mejor secuencia para las tareas a realizar en el día, la búsqueda por optimizar y automatizar los procesos, reducir esfuerzos y aumentar resultados, han sido y siempre serán objetivos intrínsecos en la naturaleza humana estrechamente relacionados con herramientas, mejores prácticas y metodologías de la Ingeniería Industrial.

Los ingenieros industriales se valen de múltiples herramientas y metodologías con las cuales abarcan los objetivos planteados, como: Investigación de

Operaciones, Estudio de Tiempos y Movimientos, Análisis de la Cadena de Valor, Diseño de Manuales de Procedimiento, DMAIC, Six Sigma, ITIL, Project Management, Control Estadístico, Métodos de Investigación, Control de Calidad, Ingeniería de Métodos y Administración de la Producción entre otros.

Particularmente, este proyecto se desarrolla con base en la metodología DMAIC y la utilización de herramientas para Estudio de Tiempos y Movimientos, Diseño de Métodos y Mejoramiento de la Productividad para el mejoramiento de la Cadena de Valor.

### **2.1.1. Diagramas de Flujo**

El diagrama de flujo es un tipo de gráfico que pretende representar el recorrido de un proceso, producto o actividad. Retana y Aguilar (2013) mencionan: “el diagrama de flujo de proceso muestra la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las demoras y los almacenamientos” (p. 13). La visualización del proceso de inicio a fin permite comprender la lógica y secuencia de todas las actividades que conforman el conjunto para ubicar más fácilmente las áreas potenciales de mejora.

### **2.1.2. Medición de Tiempos**

Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo que le toma a un operario terminar una tarea específica con un método predeterminado y con un ritmo normal. Meyers (2008) afirma: “el estándar del tiempo es uno de los elementos de mayor importancia

en el departamento de manufactura” (p. 22). Por este motivo, se aplica esta herramienta pues contar con datos reales y confiables del proceso es de suma importancia. Es a partir del estudio de tiempos y movimientos que se pueden observar posibles mejoras y eficiencias en la forma en que el operario realiza sus tareas.

El estudio de tiempos se realiza al observar y cronometrar en varias ocasiones tanto el tiempo de proceso como el tiempo manual de una operación para calcular el promedio estándar de trabajo y estimar el ritmo del operador.

### **2.1.3. Productividad**

Es la relación que existe entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener esta producción. Además, puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que se utiliza para obtenerlos. Cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado que se desea, más productivo es el sistema. Es un indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

Prokopenko (1989) afirma:

Para mejorar la productividad, es preciso prestar atención a un mundo rápidamente cambiante y aumentar la capacidad de la organización para ajustarse al cambio [...]. La comprensión y la gestión del cambio tienen un papel esencial que desempeñar en el mejoramiento de la productividad. La organización debe aprender a ajustarse al cambio y a extraer lecciones durante el cambio (p. 15).

Frank y Lilliam Gilbreth son los padres del estudio de tiempo y movimientos, que es una de las principales herramientas que serán utilizadas en este proyecto.

Frank y Lilliam fueron los seguidores más destacados de Taylor, primeros investigadores que se valieron de filmaciones para estudiar los movimientos de manos y cuerpo, diseñaron un micro cronómetro para registrar tiempos de hasta 1/2000 de segundo, colocaron en el campo de estudio y por medio de fotografías determinaron el tiempo que cada obrero empleaba para hacer cada movimiento. A simple vista se podían detectar y eliminar movimientos inútiles, también los Gilbreth diseñaron un sistema de clasificación para identificar 17 movimientos básicos de la mano (como *buscar, seleccionar, asir, sostener*) que ellos llamaron Therbligs.

Por otra parte, Frederick Taylor fue el promotor de la organización científica del trabajo. En 1878 efectuó sus primeras observaciones sobre la industria del trabajo en la industria del acero. Estudios analíticos sobre tiempos de ejecución y remuneración del trabajo. Sus principales puntos fueron: determinar científicamente el trabajo estándar, crear una revolución mental y un trabajador funcional a través de diversos conceptos que se intuyen a partir de un trabajo suyo publicado en 1903 llamado *Shop Management*. En este trabajo Taylor habla sobre el Estudio de Tiempos y Movimientos, Estandarización de Herramientas, Planificación y la importancia de incentivos para los empleados.

Otro concepto vital para la implementación de este proyecto se relaciona con elegir indicadores de desempeño para cada uno de los procesos estipulados en el Manual de Procedimientos. Al respecto, Heredia Alvarado (2001) menciona que los indicadores de los procesos, a la vez, se deben desplegar a través de los distintos niveles de actividades hasta llegar a los niveles de detalle más apropiados en cada caso.

Con esto se persigue la alineación de todas las actividades de la empresa con los objetivos estratégicos de la organización y, en último término, la integración vertical. La gestión integrada de un proceso implica conocer cómo influyen los indicadores de niveles inferiores en sus resultados. En esta referencia se indica que el seguimiento de los iniciadores debe ser consistente y permanente para detectar fallas del proceso en un tiempo que permita una reacción correcta, en caso de una medición que presente datos desfavorables para el proceso.

Adicionalmente, Herrera Retiz, Martínez López y Villalobos Odaz (2010) mencionan acerca del fenómeno de la productividad y su forma de medirla que es un requisito previo y esencial para incidir en el nivel de competitividad necesaria para insertarse en los mercados mundiales competitivos.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

### **2.2.1. Metodología DMAIC**

Para el desarrollo de este proyecto se utiliza la metodología DMAIC (Definir-Medir-Analizar-Implementar y Controlar), ya que es una herramienta que promueve la mejora continua de las organizaciones y aumenta la dinámica, ejecución, control y seguimiento de las actividades de este. Según Membrano (2013): “la metodología DMAIC hace mucho énfasis en el proceso de medición, análisis y mejora” (p. 140); lo cual garantiza que el enfoque de la ejecución de tareas sea conciso y sistemático, de manera que los equipos de trabajo avancen eficientemente en cada entregable del proyecto.

La metodología DMAIC está constituida por 5 etapas orientadas con el fin de contar con un orden estructural del proyecto, cada una está asociada a herramientas de mejora. Estas etapas se detallan a continuación:

Definir: esta etapa corresponde al proceso mediante el cual el equipo obtiene respuesta a una serie de preguntas clave.

¿En qué consiste el proyecto?

¿Por qué es importante?

¿Quién es el cliente?

¿Cuáles son los requerimientos del cliente?

¿Cómo se hace el trabajo en la actualidad?

Medir: en esta etapa se realiza la toma de datos para cuantificar el problema e identificar las causas raíz de este.

Analizar: en esta etapa el equipo dedica sus esfuerzos a identificar la causa raíz de los problemas, lo importante de esta etapa es que debe realizarse con un rigor analítico extraordinario.

Mejorar: en esta etapa, el equipo identifica e implanta soluciones a los problemas encontrados que ataquen las causas raíz y que generen los resultados que se esperan.

Controlar: consiste en salvar la inercia que existe en toda organización y evitar el regreso a los viejos hábitos y procesos.

### **2.2.2. Lean Manufacturing**

Correa (2007) menciona lo siguiente:

El concepto surge principalmente del Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System, TPS). Lean es un conjunto de *Herramientas* que ayudan a la identificación y eliminación o combinación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción. Algunas de estas herramientas son la mejora continua (kaizen), métodos de solución de problemas como 5 porqués y son sistemas a prueba de errores (poka yokes). En un segundo enfoque, se considera el “flujo de Producción” (mura) a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios. Algunas técnicas para mejorar el flujo son la producción nivelada (reducción de muri), kanban o la tabla (p. 86).

Correa, además, menciona que esta metodología también es conocida como *Just in Time*. Otros autores también la llaman Manufactura Esbelta, Manufactura Ágil,

Manufactura de Clase Mundial o Sistema de Producción Toyota. Los resultados obtenidos a través de sus prácticas la convierten en una de las filosofías de producción más exitosas y revolucionarias de la historia.

Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor en un proceso, pero sí implican costo y esfuerzo. La principal filosofía en la que se sustenta el *Lean Manufacturing* radica en la premisa de que *todo puede hacerse mejor*, de manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora.

Como resultado, una organización que aplique *Lean Manufacturing* debería ajustar su producción a la demanda, en el momento y las cantidades en que sea solicitada y con un costo mínimo. Por esto, *Lean Manufacturing* puede definirse como una filosofía de producción que agrupa un conjunto de técnicas que facilitan el diseño de un sistema para producir y suministrar en función de la demanda, con el mínimo costo, una calidad competitiva y alta flexibilidad; de forma que permitirá que la organización minimice sus inventarios, retrasos, espacio de trabajo, costos totales y aumente su productividad, eficiencia y calidad. Mejoras que afectan la cadena de valor completa de la organización.

En esta metodología existen muchas herramientas que se pueden utilizar como: 5S, SMED, TPM, Trabajo Estandarizado, Administración Visual, Sistemas a prueba de errores (Poka Yokes), Métodos de solución de problemas, Mapeo de la Cadena de Valor (VSM, *Value Stream Mapping*), Control de materiales (Kanban, Heijunka), entre otras descritas también por Correa.

### **2.2.3. Value Stream Mapping**

Peter y Jennifer King (2015) exponen que VSM es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente.

Por medio de esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para, posteriormente, iniciar las actividades necesarias para eliminarlas. VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora y es muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados. Ayuda a eliminar inventarios innecesarios y, por ende, tiempos muertos y demoras.

## **2.3. EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO**

Un proyecto es un conjunto de actividades que se deben realizar para alcanzar un objetivo concreto. “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (Guía PMBOK, s. f. p. 3). Por esto, cada vez que se pone en marcha, se espera que la relación entre los tres pilares fundamentales de cualquier proyecto (costo, tiempo y alcance) se interrelacionen de la mejor manera posible para obtener los resultados únicos que se plantearon al inicio.

Es de esperar que se quiera tener un beneficio tangible sobre lo implementado, por eso, se deben tener claros los alcances en el corto, mediano y largo plazo. Torres y Torres (2014) afirman que: “la práctica común sugiere la determinación de la duración de cada actividad. La duración es función directa del alcance del proyecto, la cantidad y calidad de recursos empleados y la utilización de los recursos” (p. 229); por lo tanto, es vital tomar en cuenta todos los aspectos que pudieran tener impacto sobre la triple restricción.

Con la implementación de este proyecto se espera que en el mediano plazo (3 a 6 meses), todo el personal involucrado esté entrenado y capacitado para ejecutar todas las tareas productivas. Se pretende someter a estudio la situación actual después de implementar la propuesta, para asegurar el mejoramiento de todos los indicadores productivos. La mejora de los indicadores se debe ver reflejada en un impacto económico positivo al reducir desperdicios, errores y demoras.

A largo plazo (1 a 2 años) se espera que los controles de indicadores de desempeño establecidos permitan a la gerencia determinar si es necesario emplear nuevas mejoras para mantenerse competitivo ante las crecientes exigencias del mercado. Podrían determinar que es necesario realizar ajustes a los manuales o nuevos balances a las líneas de producción. Incluso tomar decisiones en función de nuevas inversiones en maquinaria de trabajo e infraestructura.

De acuerdo con los porcentajes por mejorar y el promedio de ventas mensual de 13 millones de colones, se puede realizar una proyección del alcance e impacto financiero que el proyecto representa:

- a. 15 % de entregas tardías, meta: 95 % entregas a tiempo.

Esto significa que actualmente 1,950,000 colones se ven comprometidos debido a entregas tardías. Con la mejora se pretenden reducir las tardías a un 5 %. Esto significa que se protegería el equivalente a 1,300,000 colones.

- b. 10 % de error en las entregas de productos, meta: 98 % exactitud en la entrega.

Esta estadística indica que, de las ventas mensuales, 1,300,000 colones se podrían ver afectados por error en la entrega de los productos. Con la implementación del proyecto este monto se podría reducir a 260,000 colones.

- c. 20 % de desperdicio en vidrio crudo, meta: no exceder el 10 % en *scrap*.

La empresa maneja por mes aproximadamente 170 m<sup>2</sup> de vidrio flotado crudo, de este se desperdicia aproximadamente 34 m<sup>2</sup>, que equivale a 4,22 láminas por

mes. Con la implementación del proyecto, el *scrap* actual se pretende reducir en un 50 % lo que representa un ahorro de 2,11 láminas de vidrio al mes y eso equivale a 211,000 colones.

En resumen, la proyección del beneficio económico de la mejora de los indicadores se podría traducir en un ahorro de 2,551,000 colones mensuales.

## 2.4. ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS

### SEMEJANTES

En 2008, Andrés Benavides Murillo, estudiante de la Universidad Hispanoamericana, realizó el siguiente proyecto para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial: *Propuesta para elaboración de un Manual de Procedimientos para el Control y Manejo de los Materiales en la empresa Redes Telefónicas S. A.* En este proyecto Andrés menciona:

Se han detectado una serie de problemas concernientes a la falta de un Manual de Procedimientos para el Control y Manejo de los materiales, porque, en el periodo de operación de la empresa Redes Telefónicas, S. A., nunca se han definido procedimientos administrativos de ningún proceso, todo se realiza con base en la experiencia y sin guardar ningún orden. Detecta una serie de problemas concernientes a la falta de un Manual de Procedimientos para el Control y Manejo de los materiales, porque, en el periodo de operación de la empresa Redes Telefónicas, S. A., nunca se han definido procedimientos administrativos de ningún proceso, todo se realiza con base en la experiencia y sin guardar ningún orden (s. p.).

Para el desarrollo del proyecto, el estudiante utilizó herramientas de Ingeniería Industrial semejantes a las que se pretenden emplear en este proyecto, como diagramas de flujo. Además, utilizó análisis FODA, sistema ABC, distribución de planta, entre otros.

Por otro lado, Luis Pablo Sánchez Villalobos en su proyecto *Estudio de tiempos y movimientos para la optimización del sistema de manufactura de la división de Líquidos de Laboratorios Griffith de Centroamérica, S. A.* expone que el estudio de tiempos y movimientos es esencial para la optimización de los procesos de manufactura. Es precisamente por esta razón que el estudio de tiempos y

movimientos y metodologías como 5S son de gran valor para el estudio, análisis e implementación del presente proyecto.

## **CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO**

## **3.1. METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **3.1.1. Entrevistas**

La entrevista fue un medio muy valioso para captar los problemas existentes en la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. Por medio de esta herramienta se logró no solo buscar posibles causas y soluciones a los problemas existentes, sino también asegurar que estas soluciones fueran las más idóneas para la organización, tomando en cuenta su ambiente y clima laboral, sus empleados, su situación económica, entre otras. Las entrevistas permitieron entablar una comunicación franca y abierta, plantear preguntas, escuchar atentamente las respuestas y ponerse en los zapatos de ellos como las personas que experimentaban el problema.

La entrevista con la gerencia de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. reveló que su principal necesidad radica en aumentar el desempeño de sus principales indicadores. Consideran que el hecho de que sus procedimientos no estén documentados ni estandarizados constituye una de las razones del incumplimiento de las metas. Actualmente, no se cuenta con diagramas de flujo de los procesos que manejan.

Los trabajadores indican que no tener estandarización de procesos genera dependencias de la gerencia para tomar la mayoría de las decisiones y, subsecuentemente, el hecho de que la gerencia no esté disponible 100 % genera demoras o, en algunos casos, que los trabajadores tomen sus propias decisiones en cuanto a la forma de realizar sus tareas.

### **3.1.2. Diagramas de Proceso**

Se trabajó de cerca con la gerencia y operarios para crear Diagramas de Proceso y así contar con una visión clara del flujo y recorrido de trabajo, la secuencia de tareas que los operarios deben realizar por línea de proceso productivo. El propósito de estos diagramas era contar con orden claro, lógico y preciso de todos los procesos y operaciones que los empleados deben realizar para así documentarlos y establecer las mejores prácticas a través de un Manual de Procedimientos.

### **3.1.3. Diagrama Ishikawa**

Se utilizó esta herramienta de la Gestión de la Calidad para visualizar las causas que explican el comportamiento negativo de los indicadores de desempeño operativo de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. y, de esta manera, orientar la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente.

### **3.1.4. Registro de Tiempos**

Se registraron los tiempos de cada una de las actividades realizadas por los colaboradores mientras gestionaban el procesamiento de las 55 órdenes recibidas durante 6 días laborales, un promedio de casi 10 órdenes diarias. Durante este periodo, se registró un total de 577 eventos, correspondientes a las actividades realizadas por los colaboradores de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. para procesar las 55 órdenes que fueron recibidas. Estos 6 días laborales que representan el 25 % de la operación mensual y, por ende, los resultados de la toma de tiempos y actividades, son representativos para el estudio.

### 3.1.5. Software de Minería de Procesos Disco

Después de la observación y registro del flujo de actividades y respectivas duraciones de las tareas realizadas por los colaboradores desde el inicio hasta la finalización del procesamiento de las órdenes de los clientes (Registro de Tiempos), los datos recopilados correspondientes a 55 órdenes recibidas durante 6 días se tabularon en una plantilla de Excel compatible con el *software* de Minería de Procesos Disco.

Disco permite el análisis estadístico detallado de todas las actividades, flujos y secuencias de actividades para el procesamiento de las órdenes que, a la vez, permiten identificar reprocesos, errores y cuellos de botella, para analizar las acciones previas a estos y determinar las causas raíz.

## **3.2. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO**

### **CUALITATIVO DE PROYECTO**

Se utilizó la medición de tiempos como herramienta para determinar las duraciones actuales de las actividades, así como el tiempo que se tarda en la preparación del equipo, esto con el objetivo de obtener datos reales y compararlos con los datos esperados para determinar, de esta manera, algunos estándares para la implementación del control y seguimiento de las actividades por medir.

Se tomó la conocida herramienta de Diagrama de Pareto para determinar las principales causas del porqué es importante la implementación de este proyecto, con base en la captura de información de datos históricos. El diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfico de barras en el que los valores graficados están organizados de mayor a menor, con lo cual se logra que su interpretación sea fácil y puntual y facilite con esto la toma de acciones oportunas mediante la identificación rápida de los principales puntos por controlar, por lo que para los objetivos trazados en el desarrollo de este proyecto es de gran valor.

Para la ejecución correcta de la información se creó un formato para la medición de los tiempos con el cual se espera obtener un resultado estándar con que se realizan las tareas. Además, se hizo una captura de la información con que cuenta la empresa en cuanto a atrasos, errores y desperdicios reportados en el proceso, el fin era realizar un trabajo de investigación de causas y levantamiento de hallazgos.

### **3.3. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO**

Se tomó en cuenta la necesidad expuesta por gerencia con respecto a la estandarización de sus procedimientos orientada a la descentralización de las responsabilidades, funciones y toma de decisiones que recaen sobre ellos mismos y, además, con el objetivo de reducir los porcentajes de errores reportados en las entregas de los productos, desperdicios de materia prima y atrasos en las entregas de las órdenes, se decidió utilizar la metodología *Value Stream Mapping*, así como también los principios de *Lean Manufacturing* para estandarizar los procedimientos y documentarlos.

VSM es una herramienta muy valiosa para localizar las posibles causas de los desperdicios y tiempos muertos en los procesos. El *Value Stream Mapping* mide el tiempo que tarda una orden en completarse desde que el cliente la solicita hasta que este recibe el producto que solicitó (*Lead Time*) y la compara con la sumatoria de los tiempos que agregan valor en las tareas. Esta relación entre el *Lead Time* y las tareas que agregan valor permite tener una visión más clara de todo el tiempo que se pierde en tareas que no agregan valor al proceso productivo.

Una vez que se comprende cuáles son todas aquellas tareas que no aportan valor al proceso productivo se debe trabajar en eliminarlas. Por ejemplo, el mapeo de la cadena valor permite comprender que el exceso de inventario es uno de los 7 desperdicios en las industrias, pues conforma una de las principales razones para

que el tiempo de las actividades que no agregan valor se incremente. Por esto, se debe trabajar en que los nuevos procedimientos estén orientados, además, a la metodología *Lean Manufacturing* o *Just In Time*.

### 3.4. METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La metodología de implementación de este proyecto se basó en el ciclo DMAIC, el cual se detalló anteriormente; aunado a esto, se toman como apoyo herramientas estadísticas como diagramas de trazabilidad, diagramas de análisis de situación como Ishikawa, Pareto y Flujo, además de gráficos VSM y metodología *Lean Manufacturing* para la estandarización y documentación de los procesos.

Debido a la etapa en el ciclo de vida de los negocios en que se encuentra Serviglass (Iniciación después de operar durante 1 año), la empresa no cuenta con ningún tipo de estandarización, procesos o documentación de buenas prácticas y, por esto, no se encontró un punto de referencia para iniciar el proyecto, por lo que se trabajó de la mano con la gerencia (gerente general, la administradora, la coordinadora de servicio al cliente y el encargado de taller) para realizar un trabajo de acuerdo con las necesidades actuales de la compañía. Además, la misma se comprometió a dar apoyo total a la planeación e implementación de cada una de las fases del proyecto.

El proyecto cuenta con las siguientes etapas:

- Diagnóstico de la situación actual.

En esta etapa se hicieron varias sesiones de trabajo y se inició con las entrevistas al personal, la idea era crear un terreno en común inicial y de confianza con los empleados, tomar datos y reconocer el campo de trabajo.

- Análisis de la Información.

La información recolectada se empezó a analizar, con esto se pretendía establecer cuáles eran las principales causas de los porcentajes negativos en desperdicios, retrasos y errores, para, a la vez, determinar las métricas de los indicadores que se iban a implantar. Además, elegir la mejor estrategia de implementación del proyecto en general con base en la información analizada.

- Implementación de acciones.

En esta etapa se entró al proceso de implementación de las acciones necesarias para poner en marcha el proyecto, se hicieron múltiples sesiones para documentar procedimientos clave con todos los colaboradores, cada proceso productivo fue simulado y documentado junto con los tiempos e indicadores de desempeño aprobados por la gerencia. Además, se especificaron las acciones que antes realizaban como parte del proceso productivo que debían eliminarse. Se estipuló la aplicación de 5S y se eliminaron los movimientos innecesarios, así como los excesos en inventario que provocaban demoras en el *Lead Time* de los procesos. Para culminar con la fase de implementación se procedió a entrenar a todos los empleados en sus respectivos procesos operativos.

Debido a que la estructura organizacional de Serviglass es muy plana y simple, el proyecto permitió capacitar a todos los empleados en el nuevo método. Sin embargo; es con la gerencia con quién se planeó la logística (tiempos, forma, horarios) para la implementación del proyecto.

Durante la implementación también fue necesario contar con los espacios aptos para las entrevistas al personal clave, capturas de datos y capacitaciones del

personal, asimismo, fue necesario disponer de facilidades como una sala para dar los entrenamientos al personal, un proyector y una computadora portátil.

- Control y seguimiento.

En esta última etapa se trabajó en la metodología de control y seguimiento al proyecto, para que fuera sostenible en el tiempo e incluso pudiera mejorar en el futuro.

La propuesta de control y seguimiento consistió en recomendar a la gerencia la utilización de una plantilla que permitiera la trazabilidad de los pedidos a lo largo del flujo de proceso. Los datos recopilados por medio de la plantilla serían los valores de entrada para el *software* provisto a la gerencia, capaz de graficar los diagramas de trazabilidad de órdenes y flujo, mostrar estadísticas del proceso y generar gráficos de monitoreo para asegurar que los indicadores propuestos se mantengan en las métricas aprobadas en las revisiones mensuales. Además, cumplir con los requisitos que pide la Norma 9001 para certificarse.

También se recomienda a la gerencia compartir estos resultados con todos el personal e instarlos a alcanzar las metas y obtener el plan de incentivos creado. En estas reuniones se planifican las actividades de mejora, según los resultados obtenidos de cada proceso, a partir de lo más crítico a lo menos para así ver resultados favorables y de mayor a menor impacto. Además, se deja documentación de los temas tratados en forma de minuta para que sirva de referencia para la siguiente sesión.

### 3.5. METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

La propuesta de control y seguimiento consiste en utilizar la Plantilla de Trazabilidad de Órdenes, entregada a la gerencia, para que puedan registrar cada actividad realizada por los colaboradores en cada orden en tiempo real. Se provee a la gerencia no solo de la plantilla, sino, además de una licencia del *Software* de Minería de Procesos, Disco y un Manual para el Uso apropiado de la herramienta (Manual disponible en Anexo IV).

Esta plantilla será el archivo de entrada para el monitoreo y aseguramiento de las actividades operativas y productivas relacionadas con el flujo de proceso de cada orden. Después de ingresar la plantilla de trazabilidad, el *software* generará el mapeo de todas las órdenes del proceso con estadísticas. Incluso será posible generar una simulación del proceso con datos poblacionales a través del tiempo, con lo que se obtienen cuellos de botella y reprocesos en tiempo real.

Esta información en forma visual será muy beneficiosa para la gerencia, ya que le permitirá identificar fácilmente los casos en los que exista acciones negativas, como la no Revisión de Bodega de Inventario de Pedacera precorte, que genera *Desperdicio de Vidrio Crudo* o la no Programación de instalación inmediatamente posinspección, que genera *Entregas Tardías* o la falta de Exactitud en la toma de medidas, que genera *Errores en la Entrega del Producto* y reprocesos para solucionar la falla.

El objetivo de las salidas de este *software* de Inteligencia de Negocios y

Minería de Procesos es que los datos recopilados se utilicen para evaluar el desempeño de los indicadores y asegurar que estos se encuentren dentro de los parámetros aceptados por gerencia y que se muestran a continuación:

- a. Desperdicio de Vidrio Crudo: Meta: No exceder el 10 % en *Scrap*.
- b. Entregas tardías: Meta: 95 % entregas a tiempo.
- c. Error en las entregas de productos: Meta: 98 % exactitud en la entrega.

Estos datos, además, servirán como valores de entrada para mantener activo el Programa de Incentivos, que es una herramienta clave para la adopción y seguimiento del nuevo método por parte de los colaboradores y la evaluación de las mejoras resultantes de la implementación.

Se recomienda a la gerencia realizar este análisis de manera mensual y gestionar una reunión de equipo, en la cual se presenten los datos actualizados de estos indicadores de desempeño operacional. Como parte del control y seguimiento, estos resultados deben ser claramente expuestos por la gerencia a todos los empleados e instarles a alcanzar las metas y obtener el Programa de Incentivos creado.

A continuación, una representación gráfica de la metodología que se utilizará:

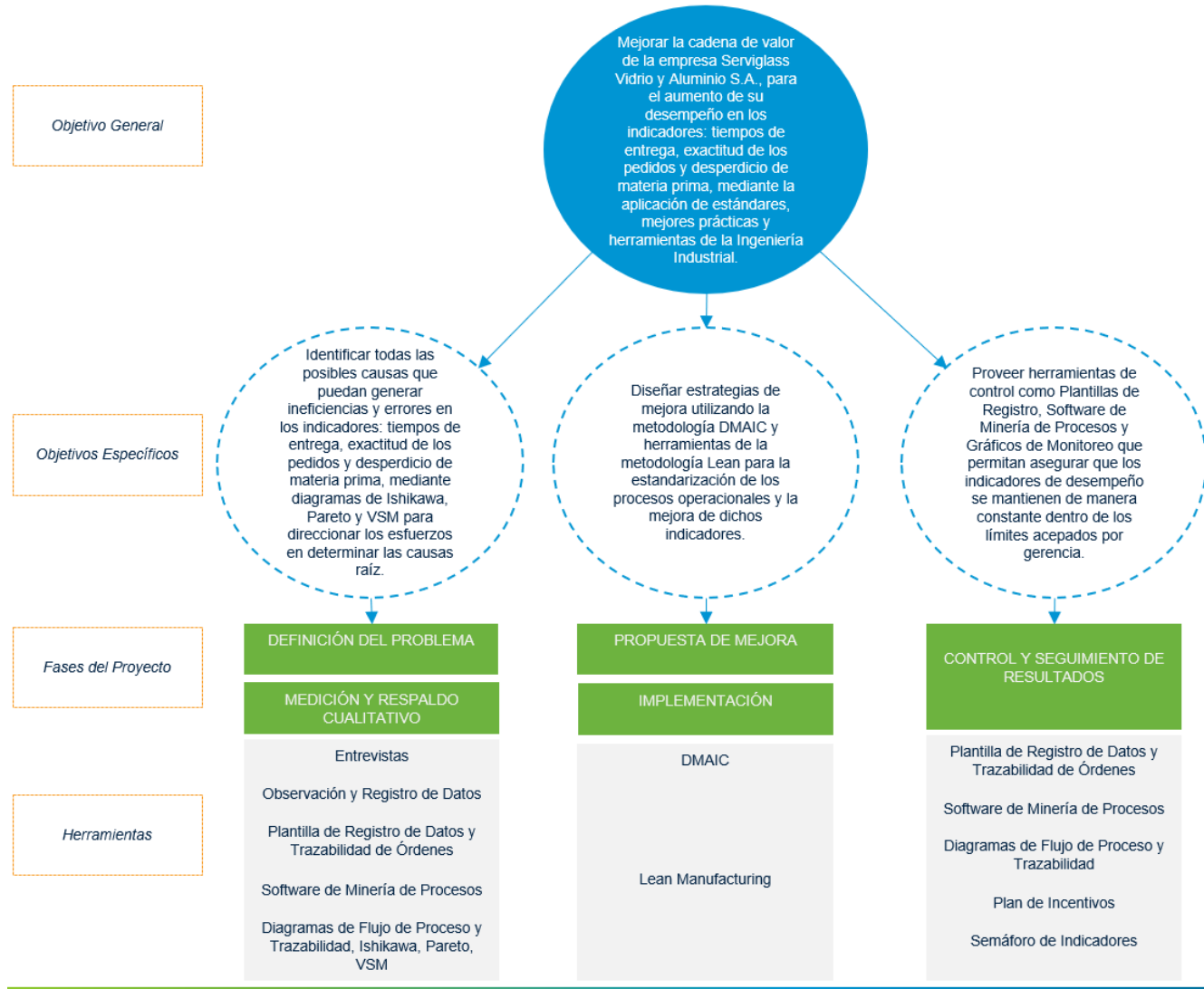


Ilustración 2. Representación Gráfica de la Metodología

Fuente: elaboración propia, 2018.

## **CAPÍTULO 4. LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA**

## 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El objetivo de este capítulo consistió en analizar con detenimiento la situación actual de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. Por medio de observación y recopilación de datos, se identificaron las posibles causas que afectaban los indicadores relacionados con los problemas que se detectaron en entregas tardías, error en entrega de producto y desperdicio de vidrio crudo. Para esto, se registraron las entradas o pedidos que ingresaron al proceso productivo, después se analizaron sus frecuencias, secuencias y duraciones y así se identificaron áreas de mejora.

Para confirmar las estadísticas provistas por la gerencia de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. y con el propósito de realizar un análisis general que permitiera la identificación de cualquier otra situación por corregir, se realizó un registro de tiempos mediante observación y recopilación de datos. La dinámica de la recopilación consistió en toma de tiempos. Por medio de observación se registró, de manera manual, cada una de las duraciones correspondientes a las acciones que los colaboradores realizaban desde el momento en que los clientes hacían una solicitud de producto, hasta la entrega de este.

Para la tabulación de los datos registrados mediante observación (tiempos y secuencias de actividades), se utilizó una plantilla de Excel compatible con el *software* de Minería de Procesos Disco, que permite el análisis estadístico detallado de todas las actividades, flujos, tiempos y secuencias de actividades para el procesamiento de las órdenes que, a la vez, permiten identificar reprocesos, errores y cuellos de botella, para analizar las acciones previas a estos y determinar las

causas raíz.

La observación y de tiempos ocurrió durante 6 días laborales, del lunes 3 de setiembre al sábado 8 del mismo mes, durante la jornada laboral de la empresa que inicia a las 7:00 a. m. y finaliza a las 5:00 p. m. Durante este periodo, se contabilizaron 55 órdenes.

La recopilación fue de vital importancia para obtener información valiosa, como, por ejemplo, la secuencia regular de actividades por tipo de producto, la duración promedio de las actividades, las asignaciones de tareas por recurso y los errores comunes que se dan al procesar los pedidos.

Los datos indicaron que, en promedio, Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. tramita 10 pedidos diarios. En la siguiente imagen se puede apreciar un extracto de esta recopilación.

Tabla 1. *Recopilación de Datos mediante Registro de Tiempos*

Número de Caso	Tiempo Inicio	Tiempo Final	Actividad	Recurso	Producto	Error
1	9/3/2018 8:01	9/3/2018 8:03	Atender al cliente	Andrea Gonzalez	Accesorio	N/A
1	9/3/2018 8:03	9/3/2018 8:08	Definir qué producto que requiere	David Rojas	Accesorio	N/A
1	9/3/2018 8:08	9/3/2018 8:23	Verificar disponibilidad en stock	David Rojas	Accesorio	N/A
1	9/3/2018 8:23	9/3/2018 8:28	Alistar producto	Steven Garita	Accesorio	N/A
1	9/3/2018 8:28	9/3/2018 8:38	Facturar producto	Oscar Villalobos	Accesorio	N/A
1	9/3/2018 8:38	9/3/2018 8:43	Cobrar producto	Oscar Villalobos	Accesorio	N/A
1	9/3/2018 8:43	9/3/2018 8:44	Entregar producto	Andrea Gonzalez	Accesorio	N/A
2	9/3/2018 8:15	9/3/2018 8:19	Atender al cliente	Andrea Gonzalez	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
2	9/3/2018 8:19	9/3/2018 8:26	Definir qué producto que requiere	David Rojas	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
2	9/3/2018 8:26	9/3/2018 8:28	Rectificar medidas	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
2	9/3/2018 8:28	9/3/2018 8:42	Cortar según las medidas	Steven Garita	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
2	9/3/2018 8:42	9/3/2018 8:46	Alistar producto	Steven Garita	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
2	9/3/2018 8:46	9/3/2018 8:49	Facturar producto	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
2	9/3/2018 8:49	9/3/2018 8:51	Cobrar producto	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
2	9/3/2018 8:51	9/3/2018 8:53	Entregar producto	Andrea Gonzalez	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo

Fuente: elaboración propia, 2018.

El análisis de los datos recopilados muestra que las estadísticas provistas por la gerencia de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., presentadas en la sección *Planteamiento del Problema* del presente documento y citadas a continuación, son reflejo de la situación actual en la compañía.

- a. 15 % de entregas tardías, meta: 95 % entregas a tiempo.

De 350 pedidos mensuales, 52 pedidos presentan incumplimiento en los tiempos de entrega, así lo evidencia la estadística: 85 % pedidos a tiempo, 9 % con 1-2 días de retraso y 6 % con más de dos días de retraso.

- b. 10 % de error en las entregas de productos, meta: 98 % exactitud en la entrega.

De 350 pedidos mensuales, 35 pedidos presentan error en medidas, acabado o instalación.

- c. 20 % de desperdicio en vidrio crudo, meta: no exceder el 10 % en *scrap*.

La empresa maneja por mes 170 m<sup>2</sup> de vidrio flotado crudo, de este se desperdicia aproximadamente 34 m<sup>2</sup>, equivalente a 4,22 láminas por mes.

Efectivamente, según se resume en la *Tabla 2*, la recopilación de datos indica que, del total de 55 ingresos de solicitudes de clientes, en el 20 % de los casos se cometió algún tipo de acción que, a la vez, generó errores del tipo *Desperdicio de Vidrio Crudo*, en el 15 % de los ingresos se generaron errores del tipo *Entregas Tardías* y en cerca de un 10 % de los escenarios se registraron errores del tipo *Entrega de Producto*.

Tabla 2. Resumen Tipos de Error

Tipo de Error	Número de Casos	%
Sin Errores	32	58%
Desperdicio Vidrio Crudo	11	20%
Entrega Tardía	8	15%
Error Entrega Producto	6	11%
<b>Gran Total*</b>	<b>57</b>	<b>100%</b>
*De 55 órdenes procesadas, 32 no presentaron errores y las restantes 23 sí lo hicieron, 2 de ellas con errores dobles, generando 25 registros de error en total.		

Fuente: elaboración propia, 2018.

Como se mencionó, durante los 6 días laborales de observación y registro de actividades y tiempos se tramitaron 55 pedidos de clientes, no obstante, dos de los pedidos presentaron dos tipos de error de manera simultánea, es por esa razón que en la Tabla 2, mostrada anteriormente, se totalizan 57 registros en lugar de 55.

En la Tabla 3, a continuación, se pueden percibir en detalle estos errores. En el número de caso 14, durante la instalación del producto, se enteran de un error de medición que no se puede corregir y, por eso, se procede a rectificación de medidas, esto corresponde a un Error de Entrega de Producto (destacado en celeste), lo que, a la vez, ocasiona una Entrega Tardía del producto inicialmente solicitado.

Por otra parte, en el número de caso 23, se procede a cortar justo después de rectificar medidas sin pasar por la verificación de disponibilidad de *stock*, esta es una de las acciones que generan Desperdicio de Vidrio Crudo (destacado en verde) y, adicionalmente, en este caso particular estuvo envuelto un error de medición que también generó un Error de Entrega de Producto, se cortó un sobre con medidas

diferentes a las solicitadas.

Tabla 3. Órdenes con Errores Múltiples

Número de Caso	Tiempo Inicio	Tiempo Final	Actividad	Recurso	Producto	Error
14	9/4/2018 9:27	9/4/2018 9:36	Atender al cliente	Andrea Gonzalez	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/4/2018 9:36	9/4/2018 9:44	Definir qué producto que requiere	David Rojas	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/5/2018 9:15	9/5/2018 9:45	Rectificar medidas	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/5/2018 12:09	9/5/2018 12:25	Verificar disponibilidad en stock	David Rojas	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/5/2018 14:49	9/5/2018 14:59	Enviar al proveedor el requerimiento para que cotice	Marlon Castro	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/6/2018 10:11	9/6/2018 10:14	Proveer cotización a cliente	Andrea Gonzalez	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/7/2018 7:50	9/7/2018 7:59	Cobrar 50% como adelanto	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/7/2018 15:11	9/7/2018 15:21	Enviar a producción	Marlon Castro	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/12/2018 15:21	9/12/2018 16:01	Recibir e inspeccionar producto	Steven Garita	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/13/2018 11:13	9/13/2018 11:18	Programar instalación	Andrea Gonzalez	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/18/2018 11:18	9/18/2018 11:22	Facturar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/18/2018 11:22	9/18/2018 11:53	Alistar producto	Steven Garita	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/18/2018 11:53	9/18/2018 13:19	Transportar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/18/2018 13:19	9/18/2018 14:29	Instalar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/18/2018 14:29	9/18/2018 14:59	Rectificar medidas	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/18/2018 14:59	9/18/2018 15:09	Enviar a producción	Marlon Castro	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/21/2018 15:09	9/21/2018 15:49	Recibir e inspeccionar producto	Steven Garita	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/21/2018 15:49	9/21/2018 15:54	Programar instalación	Andrea Gonzalez	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/22/2018 11:06	9/22/2018 12:06	Alistar producto	Steven Garita	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/22/2018 12:06	9/22/2018 13:36	Transportar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/22/2018 13:36	9/22/2018 16:53	Instalar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
14	9/18/2018 14:29	9/18/2018 14:36	Cobrar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	Error Entrega Producto/Entrega Tardía
23	9/5/2018 11:15	9/5/2018 11:20	Atender al cliente	Andrea Gonzalez	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 11:20	9/5/2018 11:28	Definir qué producto que requiere	David Rojas	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 11:28	9/5/2018 11:30	Rectificar medidas	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 11:30	9/5/2018 11:48	Cortar según las medidas	Steven Garita	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 11:48	9/5/2018 11:52	Alistar producto	Steven Garita	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 11:52	9/5/2018 11:55	Facturar producto	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 11:55	9/5/2018 11:57	Cobrar producto	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 11:57	9/5/2018 11:58	Entregar producto	Andrea Gonzalez	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 11:58	9/5/2018 12:01	Rectificar medidas	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 12:01	9/5/2018 12:21	Cortar según las medidas	Steven Garita	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 12:21	9/5/2018 12:25	Alistar producto	Steven Garita	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto
23	9/5/2018 12:25	9/5/2018 12:26	Entregar producto	Andrea Gonzalez	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo/Error Entrega Producto

Fuente: elaboración propia, 2018.

## 4.2. ANÁLISIS DEL FLUJO DE PROCESO Y TRAZABILIDAD DE ÓRDENES

Debido a que el tema de este proyecto se centra en la cadena de valor, el proceso que se analizará es el procesamiento de las órdenes desde que el cliente genera su pedido hasta que recibe el producto. Este proceso se detalla en la siguiente imagen:

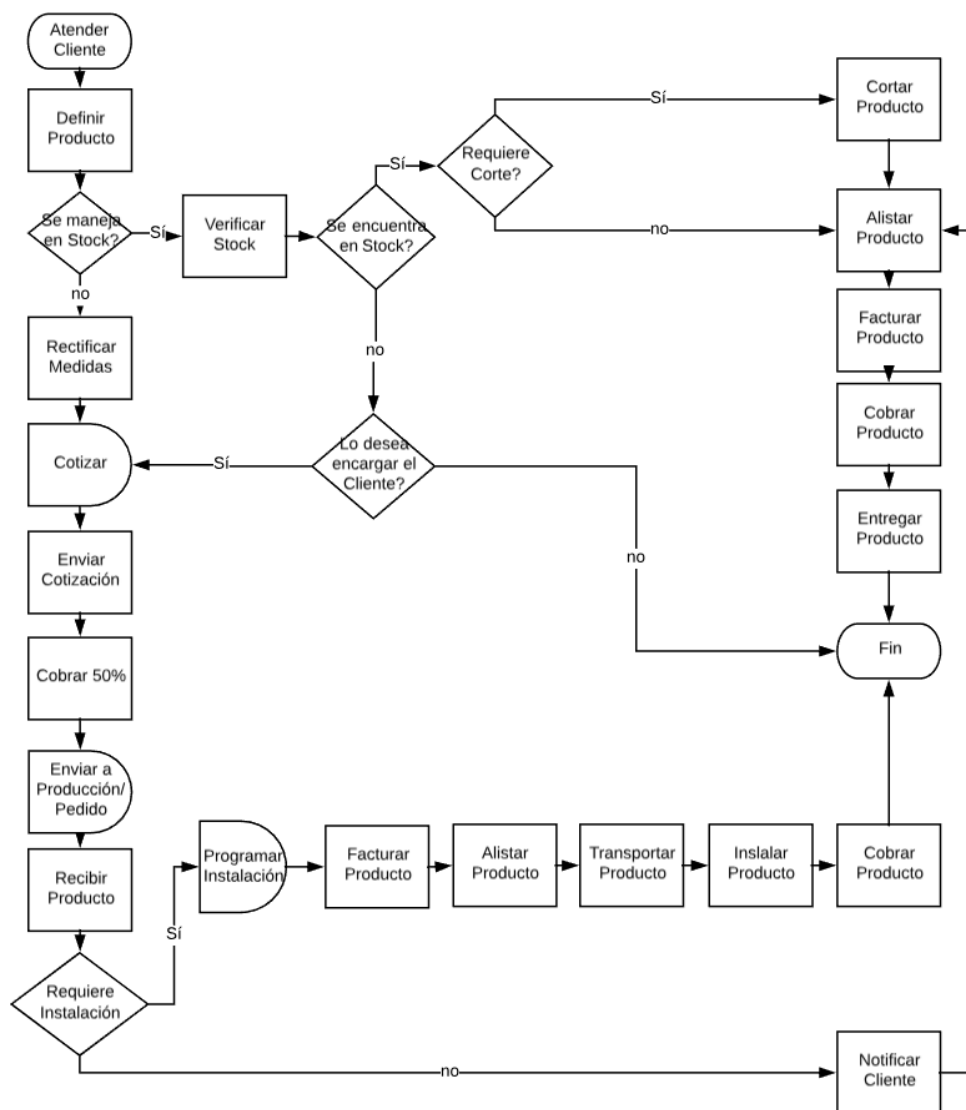


Ilustración 3. Diagrama de Flujo del Macroproceso

Fuente: elaboración propia, 2018.

El diagrama de flujo anterior permite apreciar que una vez que el cliente llega, el colaborador debe definir qué producto necesita, seguido el empleado debe determinar si del producto solicitado se acostumbra a tener disponibles en bodega, si no se acostumbra a tener en bodega, por ejemplo, vidrio tipo templado o ventanas, se debe enviar a producción, lo que implica rectificar medidas, cotizar, enviar cotización al cliente, cobrarle el 50 % como adelanto de pago, enviar a producción, recibir e inspeccionar el producto, programar instalación si se requiere, facturar, alistar producto, transportarlo, instalarlo y cobrar el restante.

Para aquellos productos que normalmente se manejan en *stock*, el colaborador debe irlos a buscar, si no se encuentran disponibles y el cliente lo desea encargar el empleado debe seguir los pasos para solicitarlo, hacer el pedido al proveedor y notificar al cliente una vez que esté listo. Por otra parte, si el producto está en *stock* y requiere corte se debe proceder a cortar y seguir el proceso normal para entrega de este, así como aquellos productos que no requieren corte. El flujo también ayuda a identificar áreas de mejora para contribuir al aspecto de entregas tardías, por ejemplo, se observan demoras en las actividades de Cotizar, Enviar a Producción y Programar Instalación.

Este diagrama también permite apreciar que existen varias decisiones que determinan el rumbo que toman los pedidos a lo largo del proceso y es precisamente por este motivo que la observación y registro de tiempos de cada una de las actividades del flujo por las que pasa cada pedido (el diagrama de trazabilidad de órdenes) es necesario para determinar las oportunidades de mejora que pueden generar entregas tardías, desperdicio de vidrio y error en entrega de productos.

El propósito de la observación y registro del flujo de las órdenes y tiempos de actividades a través de los posibles caminos dentro del flujo es identificar oportunidades de mejora para contribuir a la reducción del desperdicio de vidrio y al error en entrega de producto. El análisis se enfocará en identificar errores en corte, reprocesos y deficiencias en capacitación y herramientas o *software* de trabajo.

En la ilustración 7 (Primera Parte del Diagrama de Trazabilidad) y 8 (Segunda Parte del Diagrama de Trazabilidad), se presenta el Diagrama de Trazabilidad de Órdenes para los 55 pedidos registrados. Estas imágenes permiten percibir el flujo general de todas las entradas a través de todas las actividades, desde el inicio hasta el fin del proceso, así como los reprocesos que generan círculos dentro de las actividades y frecuencias. Por otro lado, más adelante, se detallará y analizará, mediante extractos del flujo, cada uno de los aspectos del proceso que están relacionados con los tres aspectos a mejorar: entregas tardías, desperdicio de vidrio y errores en entrega de producto.

A continuación, la simbología empleada para el análisis correcto del flujo muestra la duración promedio de todas las actividades del proceso, así como la frecuencia absoluta de los casos que se procesan a través de las diferentes actividades. Además, los colores ayudan a determinar las duraciones máximas y mínimas tanto para las actividades como para los conectores (flechas), que permiten visualizar los tiempos de espera entre actividades.

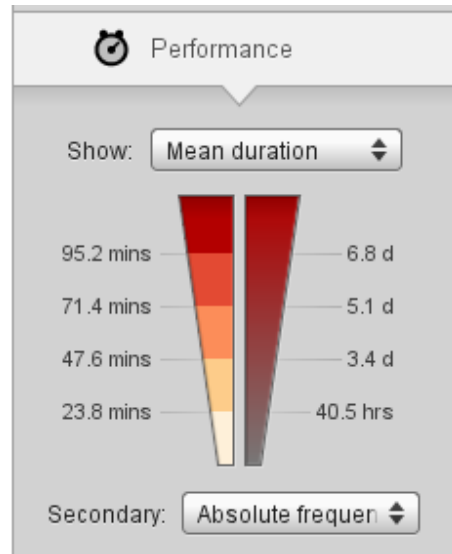


Ilustración 4. Simbología Diagrama

Fuente: elaboración propia, 2018.

Por ejemplo, la duración que delimita el tiempo máximo de las actividades (cono a la izquierda) es de 95.2 minutos y la única actividad que se encuentra por encima de este límite corresponde a *Instalar Producto*, con una duración promedio de 119 minutos, es por esta razón, que es la actividad que se visualiza en color rojo, le sigue *Transportar Producto* con una duración de 69.2 minutos y una coloración naranja, seguida de *Recibir Producto* con 35.6 minutos y coloración amarilla intensa, como se muestra en la siguiente imagen. El resto de las actividades con duración inferior a 23.8 minutos se visualizan en color amarillo tenue.

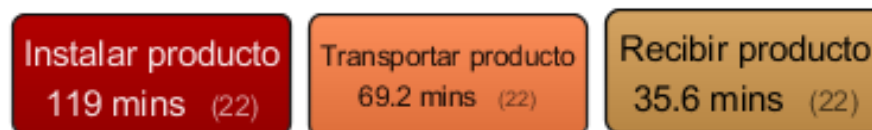
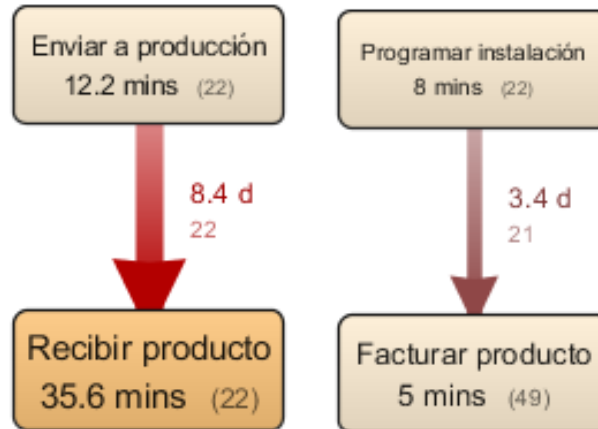


Ilustración 5. Actividades con Mayor Duración

Fuente: elaboración propia, 2018.

Por otra parte, el cono a la derecha muestra los tiempos de espera entre actividades. Las mayores duraciones se presentan entre *Enviar a Producción* y

*Recibir Producto* con 8.4 días y *Programar Instalación y Facturar Producto* con 3.4 días, como se detalla en la siguiente imagen.



*Ilustración 6.* Mayores Tiempos de Espera entre Actividades

Fuente: elaboración propia, 2018.

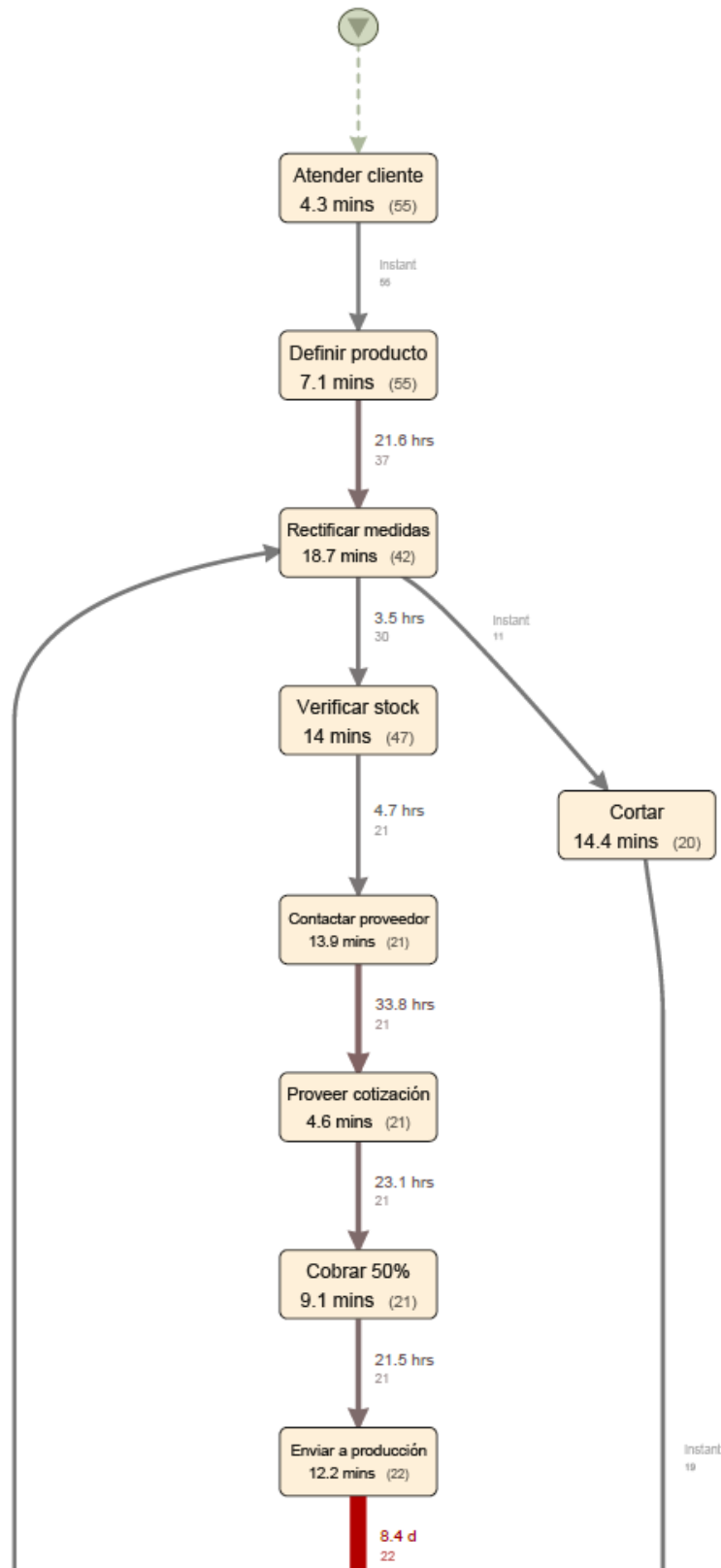


Ilustración 7. Diagrama de Trazabilidad y Flujo del Proceso Preimplementación (Primera Parte)

Fuente: elaboración propia, 2018.

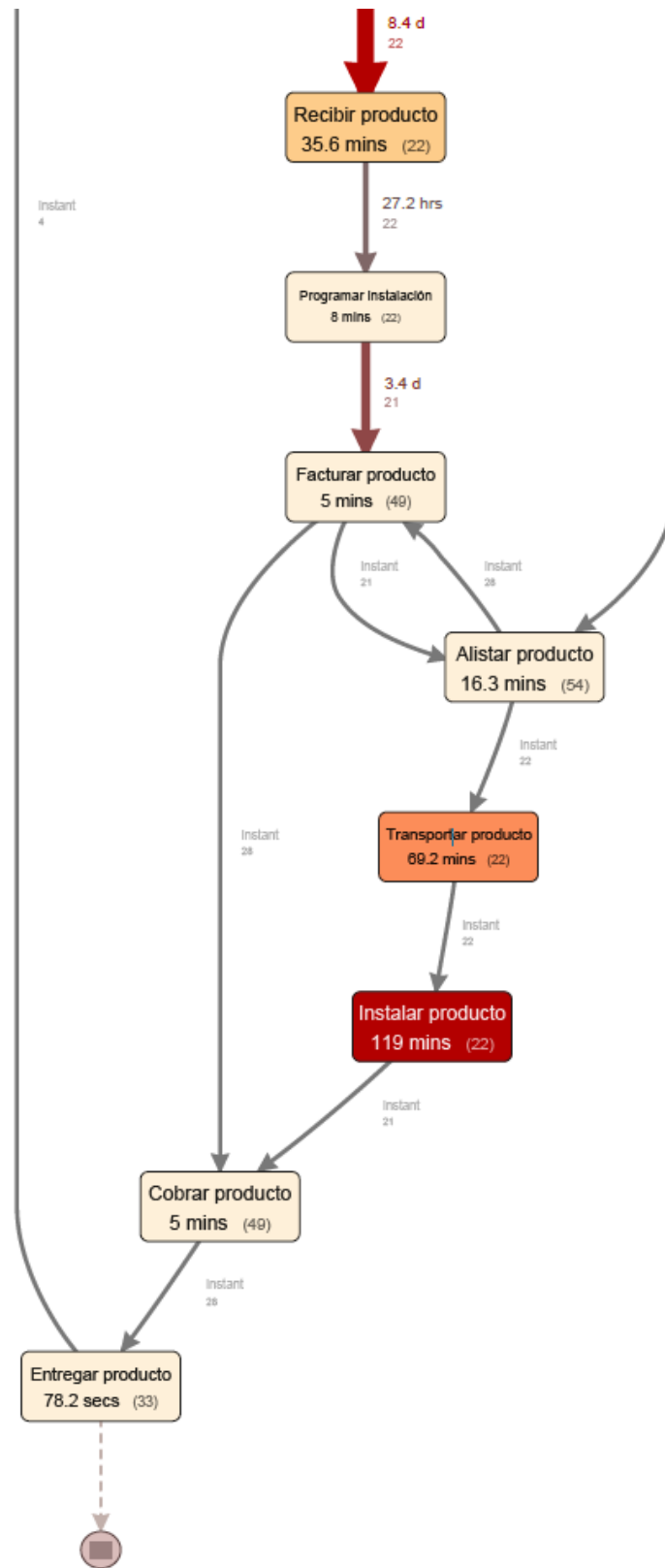


Ilustración 8. Diagrama de Trazabilidad y Flujo del Proceso Preimplementación (Segunda Parte)

Fuente: elaboración propia, 2018.

El Diagrama de Trazabilidad de Órdenes permite visualizar los errores mencionados anteriormente. Por ejemplo, se puede observar que, en 11 de los 55 casos recibidos no se verificó la disponibilidad de *stock* antes de proceder a cortar según las medidas. Como se observa en el siguiente extracto del diagrama en 11 de los casos se pasó directamente de rectificación de medidas a corte.

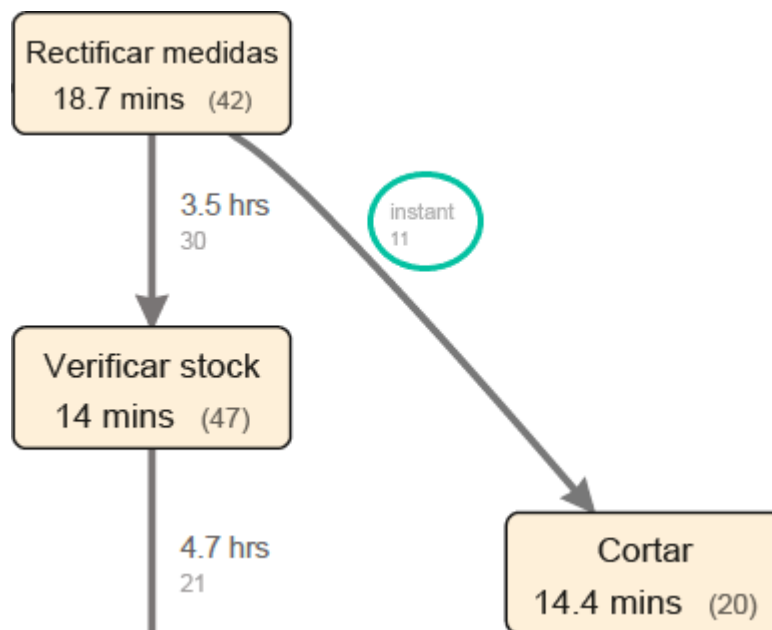


Ilustración 9. Desperdicio de Vidrio Crudo (Extracto del Diagrama)

Fuente: elaboración propia, 2018.

Este accionar ocasiona el tipo de error *Desperdicio de Vidrio Crudo*, debido a que en los sobros de material previo que se encuentran en la bodega pueden existir sobros superiores en tamaño a las medidas solicitadas por el cliente. Al omitir esta actividad, se origina mayor gasto de vidrio crudo y, a la vez, mayor material en inventario. El almacenamiento de sobros de material en la bodega genera exceso de inventario que quita espacio de bodega e incrementa el mantenimiento de este y los tiempos de búsqueda de material.

Adicionalmente, se puede observar un cuello de botella generado por el

tiempo que tarda el proveedor en generar una cotización. La siguiente imagen es un extracto del Diagrama de Trazabilidad de Órdenes mostrado anteriormente y detalla que la duración promedio para esta espera es de 33.8 horas. Esta dependencia que tiene Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. en el proveedor para enviar la cotización al cliente impacta de forma negativa en el tipo de error de *Entregas Tardías*.



Ilustración 10. Espera Cotización por Proveedor (Extracto del Diagrama)

Fuente: elaboración propia, 2018.

Según la misma línea de análisis de las acciones que generan *Entregas Tardías*, el siguiente extracto del diagrama permite observar que desde el momento en que se cobra el 50 % del adelanto pasan 21.5 horas, en promedio, hasta que se envía a producción.

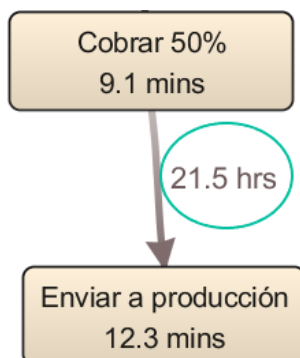


Ilustración 11. Tiempo Muerto entre Cobro y Envío a Producción (Extracto del Diagrama)

Fuente: elaboración propia, 2018.

Además, la siguiente imagen ayuda a visualizar que a partir del momento en que se recibe el producto terminado por mano del proveedor, este pasa en bodega un promedio de 27.2 horas mientras se contacta al cliente para programar la instalación y un promedio de 3.4 días para finalmente instalarse.



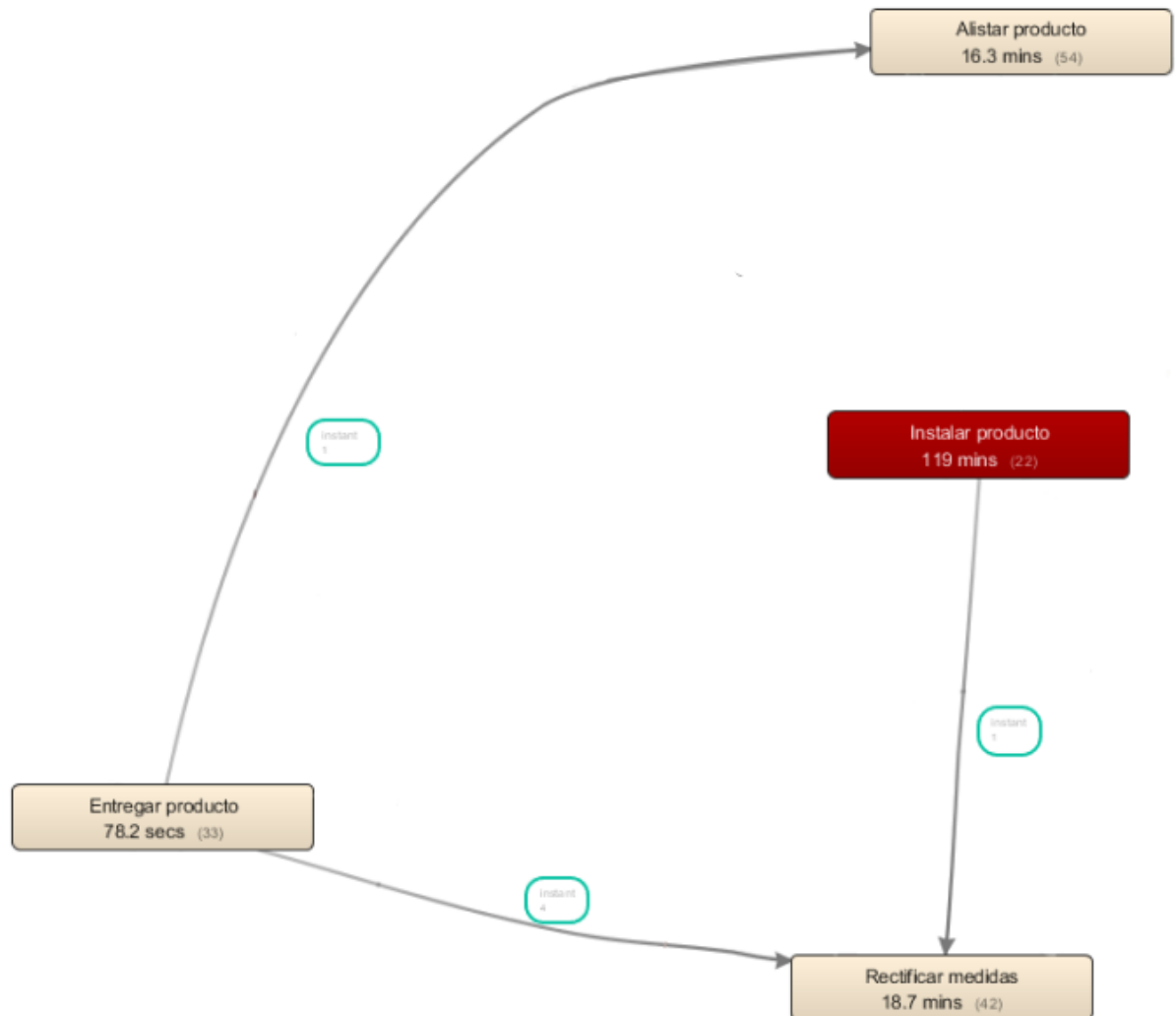
Ilustración 12. Espera Cotización por Proveedor (Extracto del Diagrama)

Fuente: elaboración propia, 2018.

Por otra parte, con respecto a los errores en la *Entrega del Producto*, en siguiente extracto del Diagrama de Trazabilidad de Órdenes se pueden apreciar los reprocesos resultantes de los seis errores de entrega de producto que se registraron en la documentación de datos.

Por ejemplo, se aprecia que se debe reprocesar después de estar en actividades finales como *Entregar Producto* e *Instalar Producto*, ya que, de *Entregar Producto*, que debería ser una actividad final, se pasa a *Alistar Producto* en una ocasión y a *Rectificar Medidas* en cuatro ocasiones. Por otra parte, *Instalar Producto*

precede a *Rectificación de Medidas* en una ocasión. Esto da como resultado 6 reprocesos que, a la vez, generan incremento en los tiempos de entrega y desperdicio de material.



*Ilustración 13.* Reprocesos por Error Entrega Producto (Extracto del Diagrama)

Fuente: elaboración propia, 2018.

## 4.3. ANÁLISIS TIPOS DE ERROR

### 4.3.1. Desperdicio de Vidrio Crudo



Ilustración 14. Diagrama Ishikawa Desperdicio de Vidrio Crudo

Fuente: elaboración propia, 2018.

Este Diagrama Ishikawa permite visualizar las causas que contribuyen a que el porcentaje de Vidrio Crudo ronde el 20 %.

Como la principal razón, se identifica que actualmente no se cuenta con un sistema o *software* que permita optimizar el corte de láminas de vidrio. Disponer de este *software* reduciría la cantidad de pedacera o *scrap* generado. Adicionalmente, se identifica que la bodega de pedacera, en la que se guardan los retazos de cortes previos, no está organizada ni por tamaño, ni por color, este desorden podría ocasionar que cuando el empleado llegue a buscar sobres restantes de cortes previos no los encuentre y proceda a utilizar sobres nuevos, lo que genera exceso de inventario en bodega y desperdicio de vidrio crudo.

Por otra parte, la especialización de trabajo o tener a Recursos Humanos divididos por tareas específicas no es lo más eficiente para las pequeñas empresas, ya que genera interdependencias y posibles problemas de comunicación. La recopilación y documentación de funciones y actividades que se realizan en Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. demuestran que el personal está asignado de esta manera. Como se puede notar en la siguiente tabla, ninguna de las actividades es compartida por miembros del equipo.

Tabla 4. *Responsabilidades por Recursos*

Activity	Resource
☐ Alistar producto	Steven Garita
☐ Atender al cliente	Andrea Gonzalez
☐ Cobrar 50% como adelanto	Oscar Villalobos
☐ Cobrar producto	Oscar Villalobos
☐ Cortar según las medidas	Steven Garita
☐ Definir qué producto que requiere	David Rojas
☐ Entregar producto	Andrea Gonzalez
☐ Enviar a producción	Marlon Castro
☐ Enviar al proveedor el requerimiento para que cotice	Marlon Castro
☐ Facturar producto	Oscar Villalobos
☐ Instalar producto	Oscar Villalobos
☐ Programar instalación	Andrea Gonzalez
☐ Proveer cotización a cliente	Andrea Gonzalez
☐ Recibir e inspeccionar producto	Steven Garita
☐ Rectificar medidas	Oscar Villalobos
☐ Transportar producto	Oscar Villalobos
☐ Verificar disponibilidad en stock	David Rojas

Fuente: elaboración propia, 2018.

Es evidente que, además de que la especialización por trabajo genera dependencias y alarga las esperas en una empresa tan pequeña, las cargas de trabajo no están bien distribuidas. Como se puede percibir en la siguiente tabla, la frecuencia detalla el número de actividades que realizó cada recurso para completar el total de las 55 órdenes recibidas.

Por ejemplo, Óscar Villalobos realizó un total de 205 actividades, con una duración promedio de 27 minutos y 20 segundos por actividad, mientras que Marlon Castro realizó 43 tareas, con duraciones promedio de 13 minutos, para el procesamiento del total de las 55 órdenes. La frecuencia relativa, por otra parte, establece el porcentaje correspondiente de la cantidad de tareas realizadas por recurso contra el total de actividades totales.

Si se presta atención a los valores de la frecuencia relativa se puede apreciar que existe una diferencia porcentual de 28.08 entre el recurso con más funciones (35.53 %) y el recurso con menos tareas a cargo (7.45 %). Esto indica que las cargas de trabajo no están bien distribuidas y que depender de recursos específicos para realizar ciertas tareas genera tiempos muertos.

Tabla 5. Utilización por Recurso

Resource	▲ Frequency	Relative frequency
Oscar Villalobos	205	35.53 %
Andrea Gonzalez	132	22.88 %
David Rojas	101	17.5 %
Steven Garita	96	16.64 %
Marlon Castro	43	7.45 %

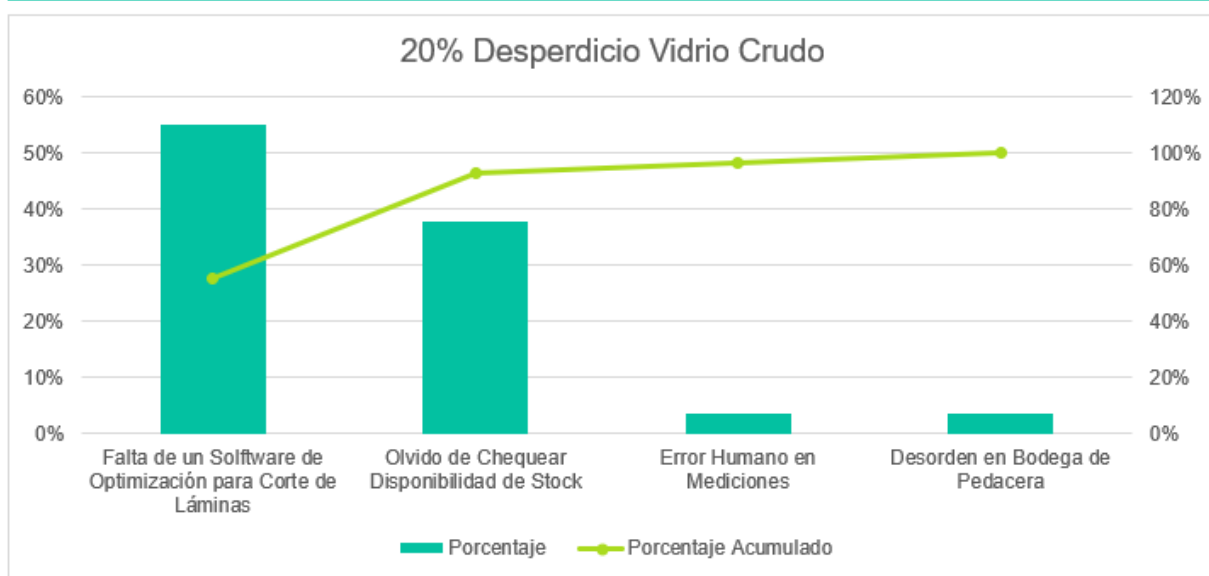
Mean duration
27 mins, 20 secs
4 mins, 13 secs
10 mins, 19 secs
20 mins, 19 secs
13 mins

Fuente: elaboración propia, 2018.

En el siguiente Diagrama de Pareto se detallan las principales causas que contribuyen al Desperdicio de Vidrio Crudo. Esta visualización ayuda a enfocar esfuerzos para corregir el área que más impacto negativo genera. En este caso particular, la acción *Olvido de Chequear Disponibilidad de Stock* supera el 80 %

teóricamente recomendado, lo que motiva a encontrar una solución a este factor para que revisar la disponibilidad de vidrio crudo en *stock* no se vuelva a pasar por alto.

Causa	Datos Recolectados	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Falta de un Software de Optimización para Corte de Láminas	16	55%	55%
Olvido de Chequear Disponibilidad de Stock	11	38%	93%
Error Humano en Mediciones	1	3%	97%
Desorden en Bodega de Pedacera	1	3%	100%
<b>Totales</b>	<b>29</b>	<b>100%</b>	



*Ilustración 15.* Diagrama Pareto Desperdicio de Vidrio Crudo

Fuente: elaboración, 2018.

### 4.3.2. Entrega Tardía



Ilustración 16. Diagrama Ishikawa Desperdicio de Vidrio Crudo

Fuente: elaboración propia, 2018.

El Diagrama Ishikawa para este tipo de defecto indica que el error humano en el momento de tomar las medidas del producto a entregar incrementa el tiempo de entrega, ya que hay un reproceso involucrado. Por otra parte, el desorden de la bodega de pedacera, al no tener organización ni por tamaño ni por color de retazos, así como el desorden de insumos y herramientas, al encontrarse todos en las mismas gavetas, ocasiona atrasos en el momento de gestionar entregas. Además, hay una clara dependencia del proveedor, sin embargo, los tiempos actuales son iguales a los tiempos acordados con el proveedor.

Tabla 6. Duración Producción Tipos de Vidrio

Tipo de Vidrio	Duración en Días
Tradicional	3
Acari	5
Europa	8
Laminado	6
Templado	10

Fuente: elaboración propia, 2018.

Por este motivo y como se muestra en el Diagrama Ishikawa, para este tipo de error el enfoque será mejorar los métodos. Como se explicó en la sección anterior, existe una dependencia en el proveedor para cotizar, actualmente se genera una espera promedio de 33.8 horas, esta espera contribuye a ese 15 % de *Entregas Tardías*. La espera se genera porque actualmente Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. depende de su proveedor Extralum Vidrio y Aluminio S. A. para enviar a los clientes las cotizaciones de los productos que requieren ser transferidos a producción.

Por otra parte, la *Especialización de los Recursos* en funciones propias e individuales limita su conocimiento para colaborar en actividades de otras áreas. Como se aprecia en el Diagrama de Pareto, para el tipo de error de *Entregas Tardías*, en la Ilustración 17, en 8 de los 24 casos observados se identifican interdependencias entre colaboradores a la hora completar las actividades, esto corresponde a un 33 % de la causa raíz para entregas tardías. Se recomienda capacitar a todos los colaboradores para reducir estos tiempos muertos por interdependencias.

Además, se puede observar que el producto terminado se guarda en la bodega como inventario mientras se procede a programar la instalación con el cliente, el material listo para instalar pasa en este estado por un promedio de 27.2

horas. Esto es un tiempo muerto que contribuye al incremento del *Lead Time* para que el cliente reciba el producto esperado.

El siguiente Diagrama de Pareto indica en cuáles de las áreas mencionadas anteriormente se deben enfocar los esfuerzos para conseguir una mejora en los tiempos de entrega de los productos. Estas áreas corresponden a un 96 % de la raíz del problema y son descritas, a continuación.

El uso de los recursos es uno de los aspectos a mejorar, esto se puede alcanzar al eliminar la especialización del trabajo. Por otra parte, se puede apreciar que las conversaciones con el cliente para programar la instalación se deben iniciar tan pronto se recibe el producto terminado ya que, de esta manera, no solo se mejoran los tiempos de entrega, sino también el inventario de la empresa. Por último, se deben enfocar esfuerzos en eliminar la dependencia existente en el proveedor para que este envíe la cotización.

15% Entregas Tardías			
Causa	Datos Recolectado	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Interdependencias por Especialización del Trabajo	8	33%	33%
Almacenamiento Innecesario de Producto Terminado	8	33%	67%
Dependencia del Proveedor para Cotizar	7	29%	96%
Error Humano en Mediciones	1	4%	100%
<b>Totales</b>	<b>24</b>	<b>100%</b>	

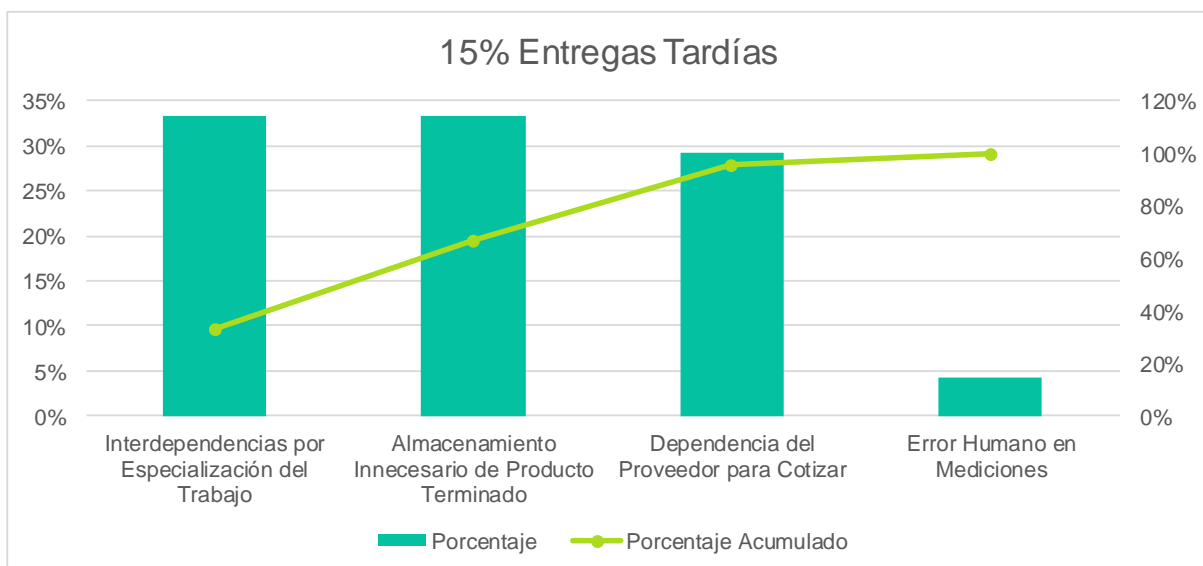


Ilustración 17. Diagrama Pareto Entregas Tardías

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 4.3.3. Error en Entrega de Producto

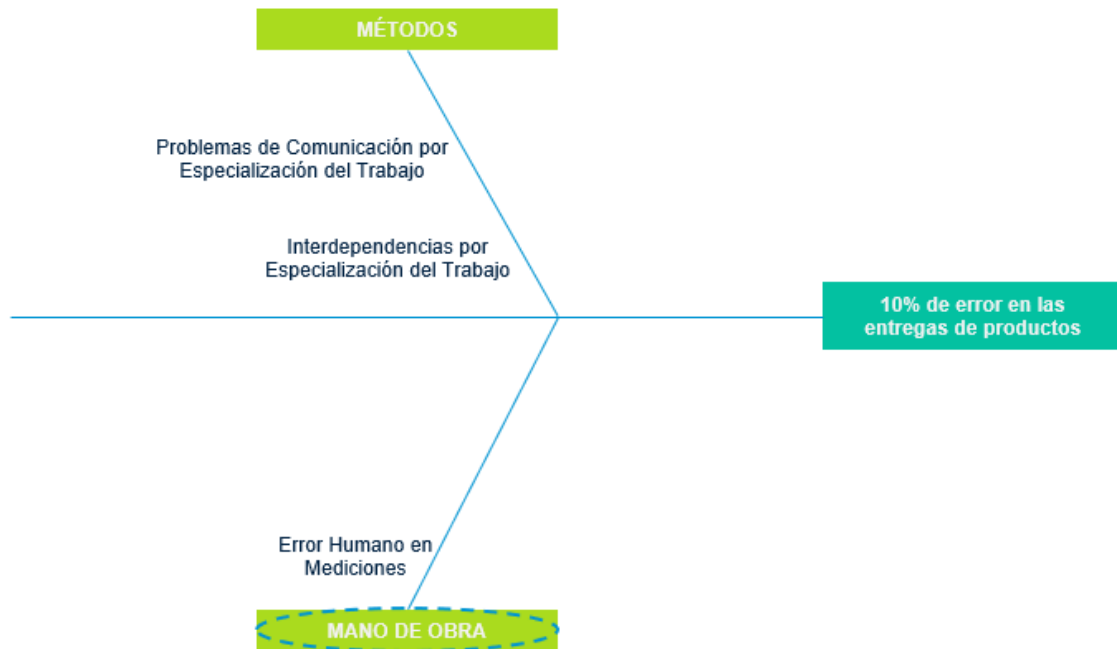


Ilustración 18. Diagrama Ishikawa Error en Entregas de Productos

Fuente: elaboración propia, 2018.

Para el tercer tipo de error, el Diagrama Ishikawa muestra que la *Especialización del Trabajo* también es una de las posibles causas para tener un 10 % de error en las entregas de los productos, ya que tener a los empleados divididos por funciones únicas podría generar problemas de comunicación al recibir y transmitir información sobre los gustos o deseos específicos de los clientes.

Sin embargo, como se detalla en el diagrama, la causa de enfoque principal para resolver esta situación radica en el *Error Humano en Mediciones*, pues esto genera reprocesos y, por ende, atrasos y problemas en la satisfacción de los clientes al recibir productos diferentes a los solicitados. Este mismo análisis se confirma en el Diagrama de Pareto a continuación, en el que se identifica que un 60 % del problema

radica en esa causa.

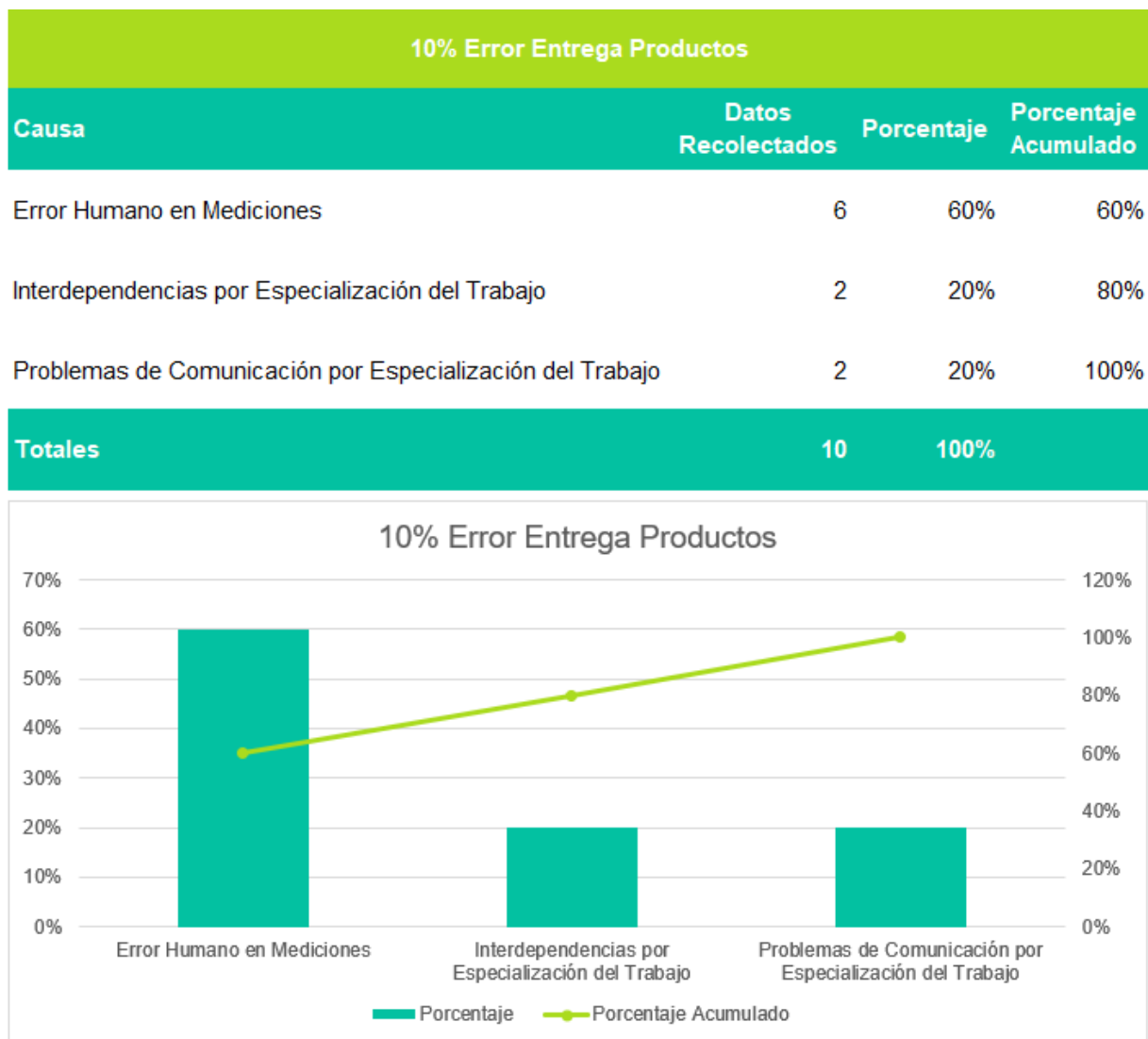


Ilustración 19. Diagrama Pareto Error Entrega Productos


Fuente: elaboración propia, 2018.

#### 4.4. VALUE STREAM MAPPING

Para mejorar la cadena de valor de la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., es necesario aplicar la herramienta VSM para obtener confirmación de los errores descritos anteriormente y un análisis holístico de la cadena de valor.

Con base en la demanda de los productos vendidos por la empresa durante el tiempo de recopilación de datos, se procede a elegir el producto más vendido que se acostumbra a mantener en *stock*. En la Tabla 7, a continuación, se puede apreciar que los productos más vendidos son *Templado* y *Tradicional*. Sin embargo; se procede a elegir el *Tradicional*, debido a que el *Templado* únicamente se produce contra pedido.

Tabla 7. Demanda de Productos

Tipo de Vidrio 	Cantidades Vendidas
Acari	3
Europa	3
Laminado	3
Templado	6
Tradicional	6
<b>Grand Total</b>	<b>21</b>

Fuente: elaboración propia, 2018.

A continuación, se detallan los datos de producción para el producto Tradicional.

Tabla 8. *Tiempos de Actividades Tradicional*

Actividad	Tiempo Promedio en Minutos	Tiempo Promedio en Segundos
Atender al cliente	00:05:30	330
Definir qué producto que requiere	00:08:50	530
Rectificar medidas	00:49:00	2,940
Verificar disponibilidad en stock	00:14:10	850
Enviar al proveedor el requerimiento para que cotice	00:17:20	1,040
Proveer cotización a cliente	00:06:20	380
Cobrar 50% como adelanto	00:10:20	620
Enviar a producción	00:12:10	730
Recibir e inspeccionar producto	00:27:40	1,660
Programar instalación	00:11:10	670
Facturar producto	00:04:10	250
Alistar producto	00:32:50	1,970
Transportar producto	01:04:10	3,850
Instalar producto	01:40:00	6,000
Cobrar producto	00:07:40	460

Fuente: elaboración propia, 2018.

Para proceder a desarrollar el Diagrama *Value Stream Mapping*, se agruparán las actividades productivas del producto tradicional en tres subáreas principales: Preproducción (abarca desde *Atender al Cliente* hasta *Cobrar 50 % como Adelanto*), Producción (incluyen *Enviar a Producción* y *Recibir e Inspeccionar Producto*) y Posproducción (cubre desde *Programar Instalación* hasta *Cobrar Producto*), lo que resulta de la siguiente manera:

Tabla 9. *Procesos Productivos para VSM*

Actividad	Tiempo Promedio en Segundos
Preproducción	6,690
Producción	2,390
Postproducción	13,200

Fuente: elaboración propia, 2018.

Por otra parte, es importante tomar en consideración que, de acuerdo con los datos recopilados, la demanda semanal para el producto tradicional es de seis ventanas/portones por semana.

En el siguiente Diagrama VSM, se puede apreciar que el *Lead Time* o tiempo que tarda una orden en proceso, desde que ingresa al sistema hasta que sale de este, es de 14 días. Sin embargo, de esos 14 días, solo 6.1 horas equivalen a actividades del proceso que realmente aportan valor a la operación. Los esfuerzos y los planes de implementación de este proyecto se centrarán en mejorar la cadena de valor, mediante capacitaciones a los colaboradores, implementación de herramientas y *softwares* de trabajo que faciliten la labor y reduzcan el error humano con el objetivo de disminuir tiempos muertos y reprocesos que ocasionen incrementos en tiempos de entrega, errores en entrega y desperdicios de producto.

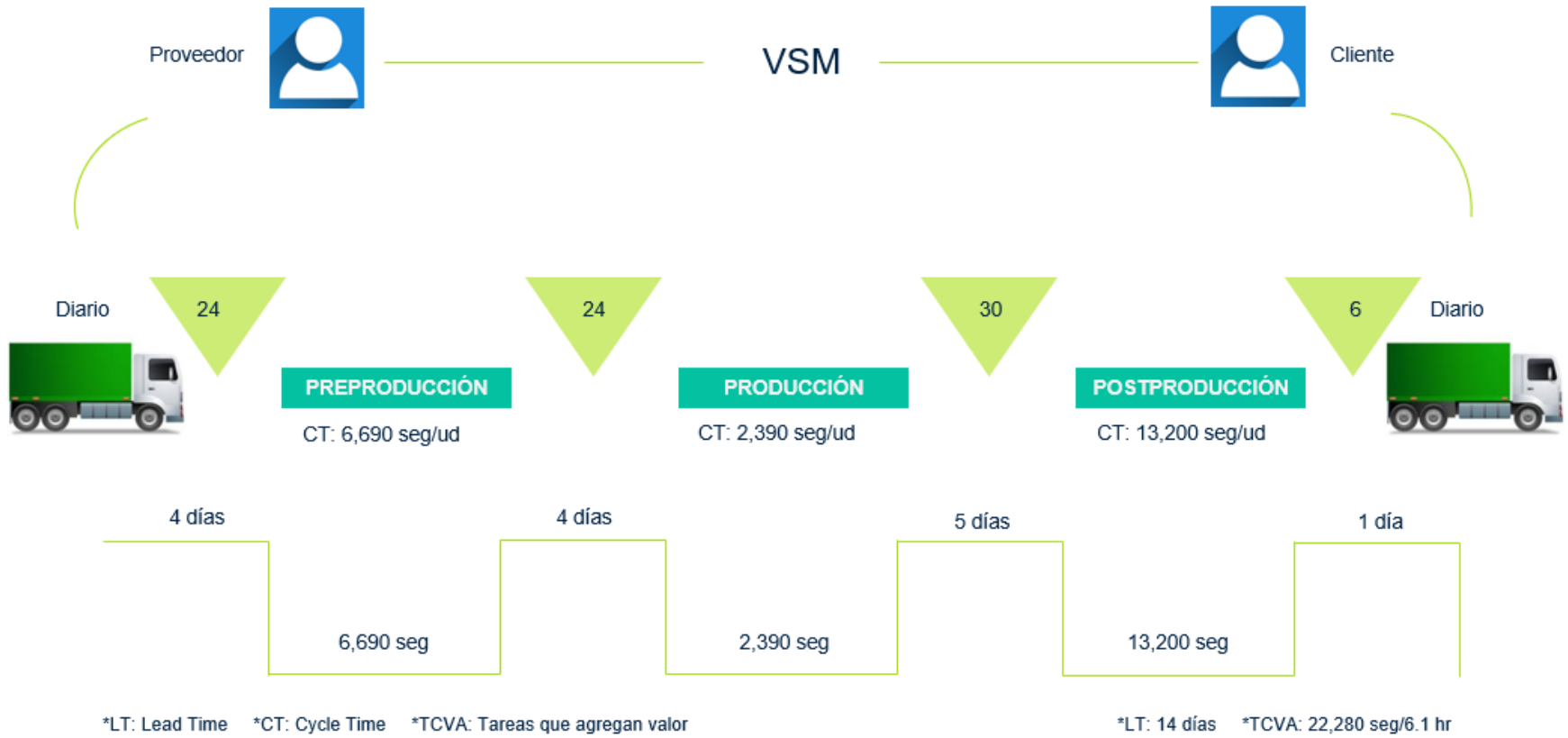


Ilustración 20. Diagrama VSM

Fuente: elaboración propia, 2018.

El análisis de la situación actual, mediante la observación y registro de datos, permite concluir que efectivamente las estadísticas provistas por gerencia representan la realidad de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. ya que, del total de 55 ingresos de solicitudes de clientes, en el 20 % de los casos se cometió algún tipo de acción que, a la vez, generó errores del tipo *Desperdicio de Vidrio Crudo*, en el 15 % de los ingresos se generaron errores del tipo *Entregas Tardías* y en cerca de un 10 % de los escenarios se registraron errores del tipo *Entrega de Producto*.

A continuación, se resume la causa raíz por tipo de error:

- 20 % de Desperdicio de Vidrio Crudo.

Como la principal razón, se identifica que actualmente no se cuenta con un sistema o *software* que permita optimizar el corte de láminas de vidrio. Adicionalmente, se identifica que la bodega de pedacera, en la que se guardan los retazos de cortes previos, no está organizada y también se observa que la especialización de trabajo genera interdependencias y problemas de comunicación.

- 15 % de Entregas Tardías.

El error humano en el momento de tomar las medidas del producto por entregar incrementa el tiempo de entrega, pues hay un reproceso involucrado en este. Por otra parte, el desorden de la bodega de pedacera ocasiona atrasos en el momento de gestionar entregas. Adicionalmente, la dependencia en el proveedor para cotizar genera una espera promedio de 33.8 horas.

Por otra parte, la *Especialización de los Recursos* en funciones propias e

individuales limita su conocimiento para colaborar en actividades de otras áreas.

Además, se puede observar que el producto terminado se guarda en la bodega como inventario mientras se procede a programar la instalación con el cliente, el material listo para instalar pasa en este estado un promedio de 27.2 horas. Esto es un tiempo muerto que contribuye al incremento del *Lead Time* para que el cliente reciba el producto esperado.

- 10 % de Error en Entrega de Producto.

La *Especialización del Trabajo* también es una de las posibles causas para tener un 10 % de error en las entregas de los productos, ya que tener a los empleados divididos por funciones únicas podría generar problemas de comunicación al recibir y transmitir información sobre los gustos o deseos específicos de los clientes. Sin embargo, la causa principal radica en el *Error Humano en Mediciones*, ya que esto genera reprocesos y, por ende, atrasos y problemas en la satisfacción de los clientes al recibir productos diferentes a los solicitados.

## **CAPÍTULO 5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## 5.1. ARGUMENTOS Y DESPLIEGUE DE LA PROPUESTA

A continuación, se presentan los argumentos y el despliegue de la propuesta. Estos se basan en corregir los principales problemas identificados mediante las herramientas de diagnóstico, como Diagramas Ishikawa y de Pareto, utilizadas en el capítulo 4 del presente documento.

### 5.1.1. % de Desperdicio de Vidrio Crudo

Con respecto al primer error, el Diagrama de Pareto obtenido identificaba a *Falta de un Software de Optimización de Corte de Lámina* como la principal causa del elevado porcentaje de desperdicio de este tipo de vidrio, los colaboradores no disponían de un sistema que recomendara el corte correcto de láminas para optimizar el material. Se recomendó instalar e implementar un *software* de optimización para corte de vidrio.

Se sugirió PLUS 2D GLASS debido a que es un *software* de instalación libre que no implica costos adicionales. El *software* permite ingresar las medidas por cortar de una producción y diagrama de manera automática la forma de cortar la lámina para que el operario de corte tenga una guía.

Adicionalmente, el Diagrama de Pareto ubicaba el *Olvido de Chequear Disponibilidad de Stock* como la segunda razón, los colaboradores no revisan los retazos de vidrio y procedían a cortar una nueva lámina cada vez que recibían una solicitud. Es por este motivo, que se propuso crear un Inventario de Retazos o Bodega de Pedacera. De esta manera, los colaboradores podrán revisar los

disponibles de retazos sin necesidad de dirigirse a la bodega. Se recomendó crear una Bodega de Retazos, en el inventario del ERP, en la cual se debe digitar este inventario.

### **5.1.2. % de Entregas Tardías**

Para el defecto *Entregas Tardías*, el análisis de diagnóstico indicaba que tres factores desempeñan un papel determinante en las causas:

1. Interdependencias por Especialización del Trabajo.
2. Almacenamiento Innecesario de Producto Terminado.
3. Dependencia del Proveedor para Cotizar.

Para el primero de estos, se sugiere la capacitación de todos los trabajadores por igual. Esto permitiría que todos puedan ejecutar cualquiera de las operaciones de producción, eliminaría interdependencias y potenciales problemas de comunicación entre empleados. Además, el hecho de que un solo empleado pueda encargarse de todas las actividades de una orden permite que exista mayor trazabilidad de errores u olvidos cometidos a través de todo el proceso.

Con respecto al segundo factor, almacenamiento innecesario de producto terminado, este debe corregirse mediante la capacitación propuesta para los empleados. Se recomienda transmitir a los trabajadores, en este programa de capacitación, que es vital contactar al cliente para programar la instalación inmediatamente después de recibir e inspeccionar el producto final enviado por el proveedor.

Para monitorear este aspecto se recomienda a la gerencia utilizar la Plantilla de Trazabilidad de Órdenes entregada como parte de este proyecto. Esta plantilla será el archivo de entrada para el monitoreo y aseguramiento por medio del *software* de Minería de Procesos Disco. Se recomienda, además, implantar un Plan de Incentivos y utilizarlo para reforzar los aspectos que mejorar en la cadena de valor.

Por otra parte, el tercer error expone la necesidad de desarrollar una herramienta que le permita a los empleados de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. crear cotizaciones estándar y customizadas sin la necesidad de depender de la respuesta directa de Extralum Vidrio y Aluminio S. A.

Además de los tres factores principales, el Diagrama Ishikawa demostró que el desorden en la bodega es una causa contribuyente al porcentaje actual de *Entregas Tardías*, por esto, se propone la implementación de la metodología Lean y, especialmente, la puesta en práctica de las 5S.

### **5.1.3. % de Error en Entrega de Producto**

Según se indicó en el Diagrama Ishikawa y Diagrama de Pareto, la principal causa para que exista 10 % de Error en Entrega de Producto, se debe a descuidos por parte de los empleados en el momento de tomar medidas, por esto, se propone que junto con el entrenamiento generalizado que van a recibir, se utilice el mismo Plan de Incentivos para reforzar la importancia de ser cuidadosos en la toma de medidas.

Además, se le sugirió a la empresa de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., incorporar en el plan de 5S en la S de Estandarización la rotulación de burras, estantes y cajones, con los que se identifiquen los productos de la empresa, para

disminuir el error en la entrega en el momento de despachar los productos.

Por otro lado, ahora que cada empleado se encargará de tramitar los pedidos de inicio a fin, se eliminan los problemas internos de comunicación en el momento de gestionar los órdenes. La Plantilla de Trazabilidad, por su parte, será la entrada que permitirá generar los diagramas de flujo por medio de Disco (*software* de Minería de Procesos), para monitorear que no haya reprocesos por errores en entrega de producto.

Además, se sugirió la implementación de la siguiente lista de chequeo para asegurar que los despachos sean los correctos.

## 5.2. IMPLEMENTACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA PROPUESTA

En esta sección se presentará la propuesta para la implementación y consolidación de las recomendaciones incluidas en el apartado anterior y citadas a continuación:

1. Implementación de un *software* de Optimización de Corte de Láminas de Vidrio.
2. Creación de Bodega para Inventario de Pedacera en ERP.
3. Capacitación general para todos los empleados.
4. Creación de Plantilla de Cotizaciones.
5. Creación e Implementación de una Lista de Verificación para Entrega de Producto.
6. Aplicación de 5S.
7. Creación de Programa de Incentivos.
  - a. Revisión de Bodega de Inventario de Pedacera precorte.
  - b. Programación de instalación inmediatamente posinspección.
  - c. Exactitud en toma de medidas.
  - d. Cumplimiento del Programa 5S.

### **5.2.1. Implementación de un Software de Optimización de Corte de Láminas de Vidrio**

La *Falta de un Software de Optimización de Corte de Lámina* fue identificada como la principal causa del elevado porcentaje de *scrap*, por esto se procedió a buscar opciones para adquirir un *software* libre que permitiera optimizar los cortes realizados por los colaboradores. Se sugirió a la gerencia instalar PLUS 2D GLASS debido a que es un *software* de instalación libre que no implica costos adicionales.

El *software* permite ingresar las medidas por cortar de una producción y diagrama de manera automática la forma de cortar la lámina para que el operario de corte tenga una guía. Se proveyó a la gerencia de páginas *web* para instalación, guías de uso, así como una introducción al *software*. La gerencia procedió a instalar el *software*. Además, se brindó entrenamiento durante las capacitaciones programadas y se implementó su uso.

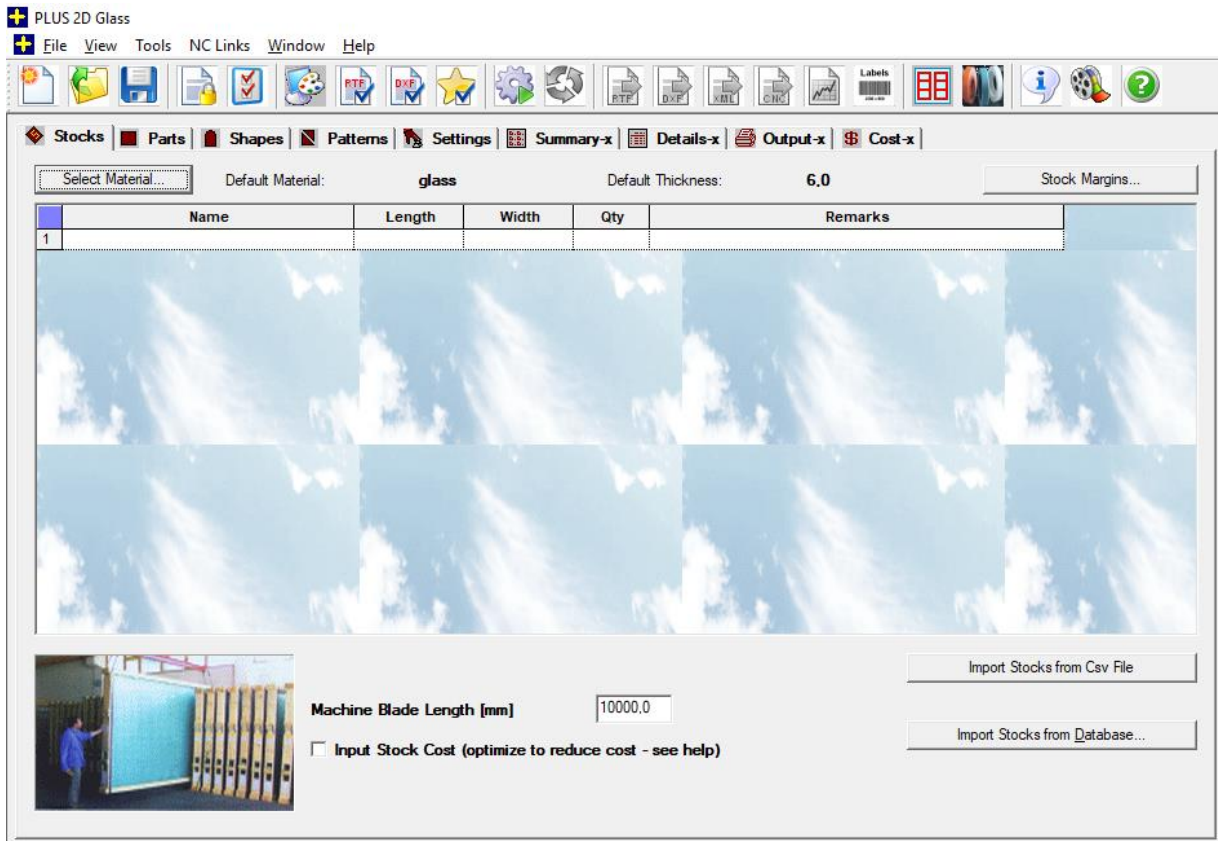


Ilustración 21. Interfase de PLUS 2D Glass

Fuente: elaboración propia, 2018.

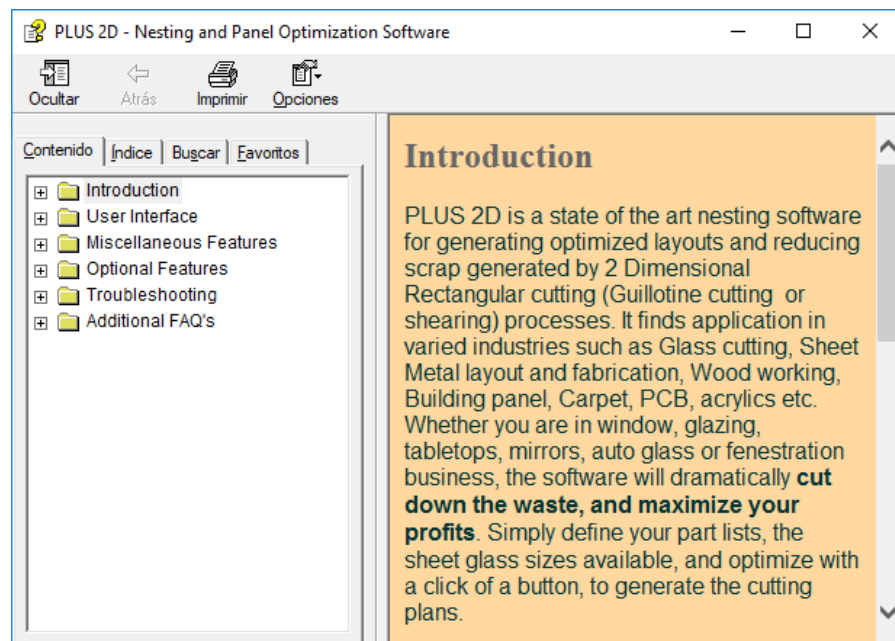


Ilustración 22. Introducción a PLUS 2D Glass

Fuente: elaboración propia, 2018.

## **5.2.2. Creación de Bodega para Inventario de Pedacera en ERP**

### **5.2.2.1. Manejo de Pedacera de Vidrio en la Empresa Serviglass**

El manejo del inventario de vidrio en la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio reviste una gran importancia, ya que la utilidad se puede ver afectada si no se maneja bien el inventario de *pedacera*. La cual se produce debido a las medidas de recepción de producto y las medidas de despacho de este.

Las láminas de vidrio se compran en una medida de 2,44 metros de alto y 3,30 metros de ancho, son piezas grandes de vidrio que se almacenan en estructuras llamadas *burras*. El proceso de ventas se realiza en la medida que el cliente lo solicite a Serviglass, por lo tanto, si solicita centímetros o metros las láminas deben cortarse para realizar los despachos.

Actualmente, Serviglass Vidrio y Aluminio utiliza el sistema promedio ponderado para determinar el valor del inventario actual y trata de dar rotación a las láminas más antiguas del almacén. Sin embargo, en el momento de realizar la presente investigación, se determinó que el inventario de pedacera o de los retazos de vidrio que sobran de las láminas no se contabilizaba, por lo tanto, los vendedores y los bodegueros no aprovechaban estas piezas para cortar de estas el material que solicitan los clientes. Esto representaba que se cortaran láminas enteras para sacar piezas pequeñas, lo que produce una reducción en la utilidad de la empresa y genera más desperdicio.

Por lo tanto, se sugirió a Serviglass contabilizar la pedacera o los retazos que se producen en el almacén.

### **5.2.2.2. Control de Inventario**

Se recomienda a Serviglass realizar un inventario periódico de pedacera, este debería realizarse de manera semanal, ya que la pedacera se produce todos los días. Existe un encargado de realizar el inventario, que sería el mismo de la bodega, sus tareas son:

1. Clasificar la pedacera diariamente por tipo de vidrio, color y espesor.
2. Medir los retazos y clasificarlos, según las medidas.
3. Anotar en una hoja de control de inventario.
4. Incorporarlo en el Kardex de la aplicación del ERP e ingresarlo en la bodega creada.
5. Realizar un inventario semanal para garantizar que la toma física concuerde con los saldos de la bodega de pedacera.

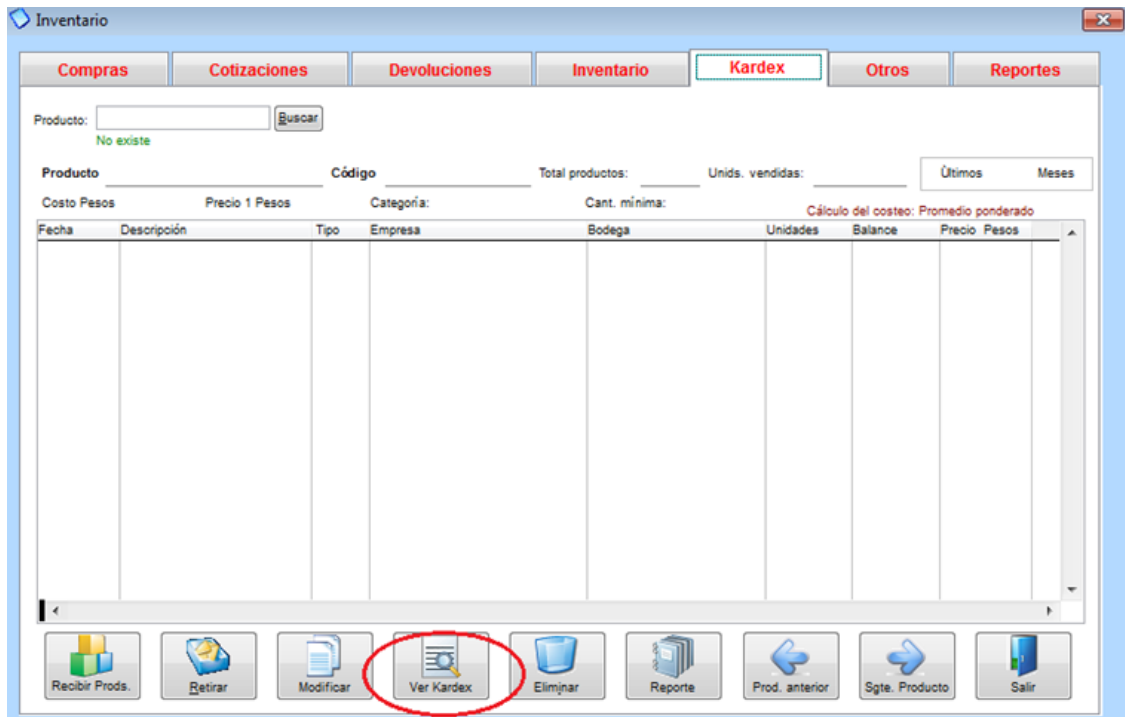


Ilustración 23. Interfase del Kardex de Inventario

Fuente: elaboración propia, 2018.

Los vendedores, por otra parte, tienen indicaciones de consultar las piezas solicitadas por los clientes en la bodega de pedacera para garantizar el aprovechamiento de los retazos antes de cortar láminas enteras. El inventario se actualiza en línea al rebajar las ventas de esta bodega.

Se creó una nueva instancia de Bodega para Inventario de Retazos o Pedacera en el sistema de ERP de la empresa, por lo que ahora los colaboradores cuentan con una herramienta que les permite realizar la consulta en línea. Los cortadores de vidrio realizarán los rebajos físicos del inventario al consumir la orden.

Código	Almacén
001	BODEGA DE ALUMINIO
002	BODEGA DE ACCESORIOS
003	BODEGA DE VIDRIO
1	Bodega Aluminio
	<b>Bodega Pedacera</b>
	Bodega Accesorios
	Bodega Accesorios
3	Bodega Vidrio
4	Bodega Accesorios
5	Bodega Accesorios
6	Bodega Accesorios
7	Bodega Accesorios
8	Bodega Accesorios

Ilustración 24. Interfase Bodega en ERP

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 5.2.2.3. Método de Valuación de Inventario Recomendado para el Inventario de Pedacera

Se recomienda a Serviglass utilizar el método de costo promedio, es decir, determinar la media de costes de los vidrios de pedacera adquiridos a diferentes precios y asignarlos a los vidrios contabilizados.

### 5.2.2.4. Técnica de Gestión de Inventarios Recomendada para el Inventario de Pedacera

Este inventario no funciona por demanda, sino más bien es circunstancial, es decir, la pedacera se produce como parte del proceso y a la empresa no le sirve tener pedacera, pero como se produce por *default*, se debe tener controlada para que se pueda vender, la empresa no compra pedacera, tampoco la produce a propósito, por lo tanto, no existe punto de reorden, ni colchones, debido a que el proveedor no vende retazos, solamente láminas enteras. En realidad, cuanto menos retazos haya, mejor para Serviglass, por lo que, lo más importante es garantizar su salida de

inventario.

### 5.2.2.5. Costos de la Propuesta

En vista de que este inventario se realizará con la planilla actual de la empresa y solo se sugiere un cambio en el proceso, el costo operativo de esta propuesta es mínimo y solo se consideran 4 horas semanales de mano de obra directa de un operario como parte de este costo. A continuación, los números:

Tabla 10. Costos de la Propuesta de Bodega de Inventario para Pedacera

Costo de la Mano de Obra	Costo Semanal	Costo Mensual	Costo Anual
Directa un operario.			
₱3,124.00	₱12,496.00	₱54,107.00	₱649,292.00

Cantidad de láminas que se desperdician al mes.	Costo promedio de la lámina	Costo mensual	Costo anual
4,22	₱100,000.00	₱422,000.00	₱5,064,000.00

Fuente: elaboración propia, 2018.

El cálculo de *scrap* de vidrio crudo mensual evidenció un total de 4,22 láminas de desperdicio por mes con un costo aproximado de ₱422,00.00, si por lo menos se reduce el *scrap* con el objetivo planteado de reducirlo al 50 % se tendría un ahorro de 2 láminas al mes, que equivale a ₱211,00.00, monto que cubriría 4 veces el costo de esta propuesta. Esto incrementaría la utilidad de la empresa aproximadamente un 6,28 % de su utilidad actual.

### **5.2.3. Capacitación General para Todos los Empleados**

La capacitación se dividió en dos sesiones. La primera se realizó en una propiedad privada en San Isidro de Heredia que cumplió, además, la función de *Team Building* y almuerzo compartido. La segunda se realizó en las instalaciones de la empresa. Ambas sesiones se realizaron en la mañana de sábado en el horario habitual de los empleados. Además, participó un colaborador del Proveedor Extralum para reforzar la utilización de la nueva Plantilla de Cotizaciones.

A continuación, se detalla la agenda abarcada durante las sesiones de capacitación:

Tabla 11. *Agenda de Capacitación*

Tema	Fecha	Horario	Expositor
Atender al cliente	20-Oct	8:00-8:30	Andrea Gonzalez
Definir qué producto que requiere	20-Oct	8:30-9:00	David Rojas
Rectificar medidas	20-Oct	9:00-9:30	Oscar Villalobos
Coffee Break	20-Oct	9:30-10:00	N/A
Verificar disponibilidad en stock	20-Oct	10:00-10:30	David Rojas
Enviar al proveedor el requerimiento para que cotice	20-Oct	10:30-11:00	Marlon Castro
Proveer cotización a cliente	20-Oct	11:00-11:30	Andrea Gonzalez
Cobrar 50% como adelanto	20-Oct	11:30-12:00	Oscar Villalobos
Enviar a producción	20-Oct	12:00-12:30	Marlon Castro
Recibir e inspeccionar producto	27-Oct	8:00-8:30	Steven Garita
Programar instalación	27-Oct	8:30-9:00	Andrea Gonzalez
Facturar producto	27-Oct	9:00-9:30	Oscar Villalobos
Coffee Break	27-Oct	9:30-10:00	N/A
Alistar producto	27-Oct	10:00-10:30	Steven Garita
Transportar producto	27-Oct	10:30-11:00	Oscar Villalobos
Instalar producto	27-Oct	11:00-11:30	Oscar Villalobos
Cobrar producto	27-Oct	11:30-12:00	Oscar Villalobos
Plantilla Cotizaciones	27-Oct	12:00-12:30	Proveedor Extralum

Fuente: elaboración propia, 2018.

Poscapacitación. La gerencia dio el visto bueno para implantar el nuevo modelo de servicio. Actualmente, los colaboradores se encargan de los pedidos de manera individual de principio a fin.

La distribución de tareas ahora luce de la siguiente manera, para todos los colaboradores y para todos los pedidos de los clientes:

Tabla 12. Nueva Distribución de Tareas

Activity	Resource
Alistar producto	Steven Garita
Atender al cliente	Steven Garita
Cobrar 50% como adelanto	Steven Garita
Cobrar producto	Steven Garita
Cortar según las medidas	Steven Garita
Definir qué producto que requiere	Steven Garita
Entregar producto	Steven Garita
Enviar a producción	Steven Garita
Enviar al proveedor el requerimiento para que cotice	Steven Garita
Facturar producto	Steven Garita
Instalar producto	Steven Garita
Programar instalación	Steven Garita
Proveer cotización a cliente	Steven Garita
Recibir e inspeccionar producto	Steven Garita
Rectificar medidas	Steven Garita
Transportar producto	Steven Garita
Verificar disponibilidad en stock	Steven Garita
<b>Grand Total</b>	

Fuente: elaboración propia, 2018.

#### 5.2.4. Creación de Plantilla de Cotizaciones

Con ayuda de la gerencia y la participación de colaboradores de Extralum como proveedor se creó una Plantilla de Cotizaciones que permite cotizar productos finales customizados sin la necesidad de depender de Extralum.

Las características de uso amigable de este cotizador hacen que resulte fácil de utilizar para los colaboradores. Es una plantilla de Excel que mediante fórmulas y validaciones de datos utiliza los valores de entrada ingresados por el colaborador, como Cantidad, Ancho, Alto, Color, para realizar las búsquedas de precio en listas de valores predeterminados.

Adicionalmente, se creó el Manual de Procedimientos para el uso correcto de esta plantilla. A continuación, un extracto de este manual en el que se aprecian las celdas y atributos que funcionan como entrada para la búsqueda automatizada que realiza el archivo. El documento completo puede consultarse en la sección Anexos del presente documento.

CLIENTE: \_\_\_\_\_  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 ALUMINIO: \_\_\_\_\_  
 VIDRIO: INCOLORO 5  
 NOTAS: \_\_\_\_\_

**VENT. CORRER 5020-2 FIJO MOVIL**

CANTIDAD	1
ANCHO	2 000
ALTO	1 200
ANCHO PARCIAL 1 (FIJO)	1 000
ANCHO PARCIAL 2 (NAVE)	1 000

**PARAMETROS VARIABLES**

VIDRIO	INCOLORO 5
CERRADURA	1 CERR AUT SENC S/LLAVE

Ilustración 25. Extracto del Manual de Procedimientos para Cotizaciones

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 5.2.5. Creación e Implementación de una Lista de Verificación para Entrega de Producto

Se le explicó a la gerencia la necesidad de implantar un método de control que sirva para asegurar la calidad del producto, previo a la entrega. Para esto, se creó en conjunto con la gerencia, una Lista de Verificación para Entrega de Producto que sirva como herramienta de control o chequeo durante la actividad *Alistar Producto* previo al despacho y entrega del pedido.

El objetivo de la implementación de esta lista de chequeo es reducir el tipo de error *Entrega de Producto* y resolver cualquier incidente o error previo a la visita con

el cliente. De esta manera, no solo se contribuye a la reducción de este error al tener una nueva herramienta de control, sino que, además, se trabaja en la satisfacción y percepción del cliente hacia la compañía.

Se recomendó a la gerencia que la Lista de Chequeo se utilice en cada despacho, sin excepción y firmada por la administración. La gerencia adoptó las recomendaciones y capacitó a sus empleados con respecto al uso apropiado de esta.



**Serviglass Vidrio y Aluminio.**  
**Lista de Verificación para Entrega de Producto**

Usuario: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Puntos que Verificar	Sí	No	Acciones por tomar en caso de ser "No"
<b>Generales</b>			
Verificar número de pedido contra orden de compra			Verificar archivo de órdenes de pedido
Los datos del cliente son correctos			Verificar orden de compra
Verificar si el pedido está cancelado o tiene saldos			Revisar sistema los recibos o cuenta del cliente.
<b>Datos del producto</b>			
Revisar que el sistema sea el solicitado por el cliente			Revisar orden de compra
Revisar cantidad del producto, unidades y cantidad de hojas en caso de la ventanería.			Revisar orden de producción
Revisar cantidad de contramarcos			Revisar orden de producción
Revisar color o acabado del producto			Revisar orden de compra

Medir producto en caso de vidrios, ventanas, puertas.			Revisar orden de producción
Observaciones			

---

 Usuario

---

 Coordinador

### 5.2.6. Aplicación de 5S

La documentación de procesos, el análisis del flujo de estos, así como la observación del área de trabajo, indicaron que era necesario aplicar 5S principalmente en el área de bodega y de herramientas, pues los colaboradores perdían tiempo y realizaban movimientos extra al buscar los materiales requeridos.

Se inició el programa 5S con la Gerencia de Serviglass Vidrio y Aluminio por lo que se capacitó a la gerencia en las generalidades del programa, en los 5 aspectos fundamentales de esta filosofía y cómo auditar las mejoras:

### 5.2.6.1. Ficha de Mejora 5S

<b>Temas Capacitados y desarrollados con la Gerencia de Serviglass.</b>	<b>Cómo aplica en Serviglass.</b>
¿Qué es la filosofía 5S?	Técnica de gestión japonesa que busca incrementar la productividad y mejorar el entorno laboral al ser lugares más ordenados, limpios y seguros.
¿De qué sirve aplicar las 5S en una empresa?	En el caso de Serviglass logrará incrementar la productividad y mejorará su cadena de valor en tres aspectos específicos: 1. Reducir desperdicio de tiempo, producto del desorden de materia prima, insumos, estantes y herramientas. 2. Reducir el desperdicio de materiales, ya que se podrá aprovechar mejor la materia prima al estar clasificada, principalmente la pedacera. 3. Reducir la posibilidad de cometer errores en el despacho, producto de la clasificación de la materia prima y los insumos.

<p>¿Cuáles son los principios fundamentales para cumplir esta filosofía?</p>	<p>En Serviglass se destacan las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pregúntese cómo puede hacer mejor las cosas mañana, de lo que las está haciendo hoy y aplicar el sentido común para trabajar en forma más inteligente.</li> <li>2. Las cosas grandes se constituyen de pequeñas acciones.</li> <li>3. A lo largo del camino en búsqueda de la excelencia, establecer metas intermedias a modo de hitos.</li> <li>4. Las mejores soluciones son las soluciones simples.</li> </ol>
<p>¿Cuál es y cómo aplicar la primera S? (<i>Seiri: Clasificar</i>)</p>	<p>Clasificar: eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil. Separar los objetos que se utilizan de los que no. Para el caso de Serviglass se realizó:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clasificación de herramientas, malas, por reparar y buenas. De esta forma, el operario no pierde tiempo utilizando herramientas dañadas.</li> <li>2. Se realizó una clasificación de los retazos de vidrio y aluminio que ya no se pueden aprovechar en venta para enviar a reciclaje.</li> </ol>
<p>¿Cuál es y cómo aplicar la segunda S? (<i>Seiton: Ordenar</i>)</p>	<p>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.</p> <p>Para este aspecto en el caso de Serviglass, la gerencia opta por utilizar el lema <i>un lugar para cada cosa y cada cosa, en su lugar</i>. Por lo tanto, se definirán áreas</p>

	<p>específicas para las herramientas.</p> <p>Además, en el caso de la pedacera de vidrio se ordenaron todas las piezas, considerando cuatro variables: 1. Tipo de vidrio 2. Color 3. Espesor y 4. Medida.</p>
--	---

<p>¿Cuál es y cómo aplicar la tercera S? (<i>Seiso: limpiar</i>)</p>	<p>Limpiar: consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.</p> <p>Para el caso de Serviglass, se identifica que es una bodega bastante abierta y con corrientes de aire que traen mucho polvo. En esta etapa inicial, la gerencia ha decidido que los operarios cuenten con implementos de limpieza y los utilicen al iniciar la jornada y al finalizar, de esta manera, las máquinas y las áreas se mantienen limpias, esta medida es paliativa mientras se busca una manera de eliminar la circulación permanente de polvo.</p>
<p>¿Cuál es y cómo aplicar la cuarta S? (<i>Seiketsu: Estandarizar</i>)</p>	<p>Estandarizar: consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos. Aunque las etapas previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. La Gerencia Serviglass capacitó al personal con el tema 5S, además estandarizó varios procesos para que se realicen de manera mecánica por todos los colaboradores.</p> <p>Principalmente, la rotulación de burras, estantes y cajones para reducir los errores en entrega de productos.</p>

<p>¿Cuál es y cómo aplicar la quinta S? (<i>Shitsuke: Mantener la disciplina</i>)</p>	<p>Mantener la Disciplina: con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, al comprobar el seguimiento del sistema 5S y elaborar acciones de mejora continua.</p> <p>Establece un control riguroso de la aplicación del sistema.</p> <p>La gerencia Serviglass realizará auditorías en las que se verificarán estos 5 puntos básicos del programa, esta auditoría se tomará en cuenta para el plan de incentivos que trabajan con los colaboradores.</p>
---	--

A continuación, se muestra la lista de chequeo 5S. La frecuencia de aplicación es mensual y se toma en cuenta la calificación obtenida para el cálculo del Programa de Incentivos, explicado en este documento en el apartado 5.2.7.

Hoja de Chequeo 5'S Serviglass	Mes	25
	Cantidad de puntos Cantidad de puntos Obtenidos	
	Si	No
<b>Seiri Clasificar</b>		
1. ¿ Se encuentran separados los productos de desecho de los utilizables?		
2. ¿ Se encuentran separadas las herramientas dañadas de las buenas?		
<b>Seiton Ordenar</b>		
1. ¿Se encuentra ordenada la bodega de vidrio, por tipo de vidrio, espesor y medida?		
2. ¿Se encuentra ordenada la bodega de pedacera de vidrio, por tipo de vidrio, espesor y medida?		
3. ¿Se encuentra ordenada la bodega de aluminio en tipo de perfil, acabado y medida?		
4. ¿Se encuentra ordenada la bodega de accesorios por tipo de accesorios?		
5. ¿Están rotulados los estantes y burras?		
6. ¿Se encuentran ordenad las herramientas de manera que están disponibles las de mayor uso y están en buen estado?		
7. ¿Están clasificados los archivos de la oficina?		
<b>Seiso Limpiar</b>		
1. ¿Se encuentra el piso limpio, basura, polvo y líquidos?		
2. ¿Está limpio el baño de empleados y clientes?		
3. ¿ Se encuentra la pila de la cocina limpia?		
4. ¿Se encuentran los artefactos eléctricos de la cocina limpios?		
5. ¿ Se encuentran los escritorios limpio y libres de polvo o basura?		
6. ¿ Se encuentran los escaparates de muestras libres de suciedad?		
7. ¿ Se encuentran limpias las burras de vidrio?		
8. ¿Se encuentran las máquinas libres de biruta y polvo?		
<b>Seiketsu Estandarizar</b>		
1. ¿Se encuentran rotuladas, las burras, estantes y escaparates de manera que se minimicen errores de entrega de productos?		
2. ¿ Están demarcadas las salidas de emergencia?		
3. ¿Están demarcadas la zonas de tránsito?		
4. ¿Están demarcadas las zonas de acceso restringido?		
<b>Shitsuke Disciplina (Evaluación individual)</b>		
1. ¿Cumple el personal los horarios?		
2. ¿Cumple el personal los procedimientos de la empresa?		
3. ¿Cumple el personal el manual de comunicación y servicio al clientes?		
4. ¿Cumple el personal con el programa 5's?		

Ilustración 26. Hoja de Chequeo 5S

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 5.2.6.2. Ejemplos de Mejoras Ya Aplicadas

Se creó una pared especial con material de tarima para colocar la herramienta

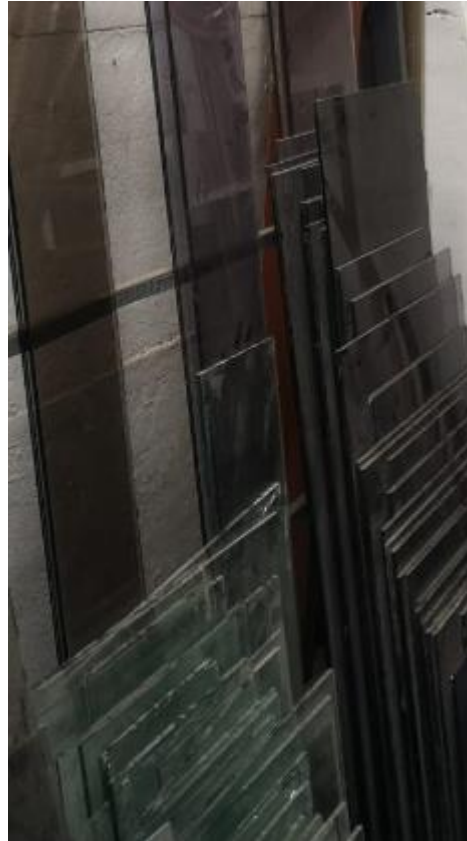
fácilmente. Además, el mantenimiento y cumplimiento del orden se incluyó en el Programa de Incentivos para asegurar su durabilidad.



*Ilustración 27. Pared de Herramientas 5S*

Fuente: elaboración propia, 2018.

Por otro lado, se organizó el material de la bodega en estanterías por tipo de producto. A continuación, se aprecia el orden del vidrio oscuro y crudo.



*Ilustración 28.* Bodega Vidrio Oscuro y Crudo 5S

Fuente: elaboración propia, 2018.

En la siguiente imagen se aprecia el orden de los espejos en bodega.



*Ilustración 29.* Bodega Espejos 5S

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 5.2.7. Creación de Programa de Incentivos

Con participación de la gerencia se creó un Plan de Incentivos para reforzar buenas prácticas y eliminar malas costumbres en el momento de procesar los pedidos de los clientes. Se incluyeron las cuatro metas propuestas en las secciones anteriores, más tres objetivos adicionales que la gerencia incluyó para obtener un programa más integral.

A continuación, la tabla de metas, la forma de medición y la descripción de las cuatro metas propuestas en este proyecto:

Tabla 13. *Metas Programa de Incentivos*

Revisión de Bodega de Inventario de Pedacera pre-corte	Programación de instalación inmediatamente post-inspección	Exactitud en toma de medidas	Cumplimiento Programa 5S	Tardías y ausencias	Cumplimiento del tiempo laboral	Quejas y reclamos de clientes	Total
15%	15%	15%	15%	15%	15%	10%	100%

Nota: la versión completa del Programa de Incentivos se puede consultar en la sección de Anexos.

Fuente: elaboración propia, 2018.

#### 5.2.7.1. Forma de Medición

Cada colaborador dispone del 100 % para la obtención de la meta, el porcentaje para optar por esta es de un 85 %.

Cada vez que el colaborador incumpla algunos de los indicadores recibirá una ficha negativa con el puntaje por descontar en color rojo. Por el contrario, en cada ocasión que el colaborador gane puntos bono recibirá una ficha con el puntaje a favor en color negro.



Ilustración 30. Fichas Programa de Incentivos

Fuente: elaboración propia, 2018.

### 5.2.7.2. Descripción de las Metas Propuestas

- Revisión de Bodega de Inventario de Pedacera precorte.

Los colaboradores deben revisar los retazos de vidrio disponibles en la Bodega de Inventario de Pedacera que se encuentra en el ERP. En caso de utilizar un retazo disponible, debe hacer la actualización correspondiente al inventario. En caso de no utilizar este tipo de inventario se penalizará con 15 %.

- Programación de instalación inmediatamente posinspección.

Los colaboradores deben contactar al cliente para programar la instalación inmediatamente después de recibir e inspeccionar el producto final enviado por el proveedor. Para monitorear este aspecto la gerencia utilizará la Plantilla de Trazabilidad de Órdenes entregada como parte de este proyecto. Esta plantilla será el archivo de entrada para el monitoreo y aseguramiento por medio del *software* de Minería de Procesos Disco. En caso de incumplimiento se penalizará con 15 %.

- Exactitud en toma de medidas.

La gerencia utilizará la misma Plantilla de Trazabilidad de Órdenes para monitorear si se ocasionan reprocesos debido a toma incorrecta de medidas. En caso de incumplimiento se penalizará con 15 %.

- Cumplimiento del Programa 5S.

El orden, la limpieza, mantener en condiciones óptimas y la disciplina de trabajar con este programa es de suma importancia para mantener condiciones apropiadas para operar y trabajar en un lugar agradable, tanto para los colaboradores como para los clientes.

Se realizará una auditoría por semana para evaluar los puntos del programa y cada falta o incumplimiento descontará 15 % a todos en el equipo.

Puntos para tomar en cuenta:

- Orden y limpieza en escritorio, baño, cocina: incluidos los electrodomésticos y la pila, burras, mueble de muestras y accesorios.
- Ubicación de objetos innecesarios en las áreas de trabajo como ropa, zapatos o bolsos.

Utilización de la pared de herramientas. Cada herramienta utilizada debe colocarse de vuelta, en su lugar correspondiente.

### 5.3. CONTROL, EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

Para controlar, evaluar y dar seguimiento a la Mejora de la Cadena de Valor en Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., se provee a la gerencia de una Plantilla de Trazabilidad de Órdenes y una licencia del *Software* de Minería de Procesos, Disco.

Para el manejo adecuado de las herramientas, la gerencia se asigna la responsabilidad de efectuar los registros en tiempo real.

Tabla 14. *Plantilla para Registro de Tiempos y Trazabilidad de Órdenes*

A	B	C	D	E	F	G	H
Case ID	Start Timestamp	Tiempo	Complete Time	Activity	Resource	Producto	Error
2	1	9/3/2018 8:01	0:02	9/3/2018 8:03 Atender al cliente	Andrea Gonzalez	Accesorio	
3	1	9/3/2018 8:03	0:05	9/3/2018 8:08 Definir qué producto que requiere	David Rojas	Accesorio	
4	1	9/3/2018 8:08	0:15	9/3/2018 8:23 Verificar disponibilidad en stock	David Rojas	Accesorio	
5	1	9/3/2018 8:23	0:05	9/3/2018 8:28 Alistar producto	Steven Garita	Accesorio	
6	1	9/3/2018 8:28	0:10	9/3/2018 8:38 Facturar producto	Oscar Villalobos	Accesorio	
7	1	9/3/2018 8:38	0:05	9/3/2018 8:43 Cobrar producto	Oscar Villalobos	Accesorio	
8	1	9/3/2018 8:43	0:01	9/3/2018 8:44 Entregar producto	Andrea Gonzalez	Accesorio	
9	2	9/3/2018 8:15	0:04	9/3/2018 8:19 Atender al cliente	Andrea Gonzalez	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
10	2	9/3/2018 8:19	0:07	9/3/2018 8:26 Definir qué producto que requiere	David Rojas	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
11	2	9/3/2018 8:26	0:02	9/3/2018 8:28 Rectificar medidas	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
12	2	9/3/2018 8:28	0:14	9/3/2018 8:42 Cortar según las medidas	Steven Garita	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
13	2	9/3/2018 8:42	0:04	9/3/2018 8:46 Alistar producto	Steven Garita	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
14	2	9/3/2018 8:46	0:03	9/3/2018 8:49 Facturar producto	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
15	2	9/3/2018 8:49	0:02	9/3/2018 8:51 Cobrar producto	Oscar Villalobos	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
16	2	9/3/2018 8:51	0:02	9/3/2018 8:53 Entregar producto	Andrea Gonzalez	Sobre	Desperdicio Vidrio Crudo
17	3	9/3/2018 9:01	0:06	9/3/2018 9:07 Atender al cliente	Andrea Gonzalez	Tradicional	
18	3	9/3/2018 9:07	0:08	9/3/2018 9:15 Definir qué producto que requiere	David Rojas	Tradicional	
19	3	9/4/2018 8:46	0:30	9/4/2018 9:16 Rectificar medidas	Oscar Villalobos	Tradicional	
20	3	9/4/2018 11:40	0:16	9/4/2018 11:56 Verificar disponibilidad en stock	David Rojas	Tradicional	
21	3	9/4/2018 14:20	0:10	9/4/2018 14:30 Enviar al proveedor el requerimiento para que cotice	Marlon Castro	Tradicional	
22	3	9/5/2018 9:42	0:03	9/5/2018 9:45 Proveer cotización a cliente	Andrea Gonzalez	Tradicional	
23	3	9/6/2018 7:21	0:08	9/6/2018 7:29 Cobrar 50% como adelanto	Oscar Villalobos	Tradicional	
24	3	9/6/2018 14:41	0:10	9/6/2018 14:51 Enviar a producción	Marlon Castro	Tradicional	
25	3	9/11/2018 14:51	0:40	9/11/2018 15:31 Recibir e inspeccionar producto	Steven Garita	Tradicional	
26	3	9/12/2018 10:43	0:05	9/12/2018 10:48 Programar instalación	Andrea Gonzalez	Tradicional	
27	3	9/14/2018 10:48	0:04	9/14/2018 10:52 Facturar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	
28	3	9/14/2018 10:52	0:31	9/14/2018 11:23 Alistar producto	Steven Garita	Tradicional	
29	3	9/14/2018 11:23	1:40	9/14/2018 13:03 Transportar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	
30	3	9/14/2018 13:03	3:10	9/14/2018 16:13 Instalar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	
31	3	9/14/2018 16:13	0:07	9/14/2018 16:20 Cobrar producto	Oscar Villalobos	Tradicional	

Fuente: elaboración propia, 2018.

Esta Plantilla será el archivo de entrada para el monitoreo y aseguramiento de las actividades operativas y productivas relacionadas con el flujo de proceso de cada orden. Por medio del *software* de Minería de Procesos, Disco, se puede ingresar la plantilla de trazabilidad y el *software* generará el mapeo de todas las órdenes del proceso con estadísticas. Incluso será posible generar una simulación del proceso con datos poblacionales a través del tiempo, con el que se obtendrán cuellos de

botella y reprocesos en tiempo real.

Esta información en forma visual será muy beneficiosa para la gerencia, ya que le permitirá identificar fácilmente los casos en los que existan acciones negativas, como la no *Revisión de Bodega de Inventario de Pedacera precorte*, que genera *Desperdicio de Vidrio Crudo*; o la no *Programación de instalación inmediatamente posinspección*, que genera *Entregas Tardías* o la *Falta de Exactitud en la toma de medidas*, que genera *Errores en la Entrega del Producto* y reprocesos para solucionar la falla.

El objetivo de las salidas de este *software* de Inteligencia de Negocios y Minería de Procesos es que los datos recopilados se utilicen para evaluar el desempeño de los indicadores y asegurar que estos se encuentren entre los parámetros aceptados por gerencia y que se muestran a continuación:

- a. Desperdicio de Vidrio Crudo: Meta: No exceder el 10 % en *scrap*.
- b. Entregas tardías: Meta: 95 % entregas a tiempo.
- c. Error en las entregas de productos: Meta: 98 % exactitud en la entrega.

Estos datos, además, servirán como valores de entrada para mantener activo el Programa de Incentivos, que es una herramienta clave para la adopción y seguimiento del nuevo método por parte de los colaboradores y la evaluación de las mejoras resultantes de la implementación.

Se recomienda a la gerencia realizar este análisis de manera mensual y gestionar una reunión de equipo, en la cual se presenten los datos actualizados de

estos indicadores de desempeño operacional. Como parte del control y seguimiento, estos resultados deben ser claramente expuestos por la gerencia a todos los trabajadores e instarles a alcanzar las metas y obtener el Programa de Incentivos creado. En estas reuniones se planifican las actividades de mejora continua, según los resultados obtenidos de cada actividad.

Además, se deja documentación de los temas tratados en forma de minuta para que sirva de referencia para la siguiente sesión. La minuta mencionada la lleva la administradora, esta cuenta con un periodo no mayor a 24 horas para enviarla por correo electrónico, con los acuerdos tomados en la reunión de Mejora Continua.

A continuación, la Matriz de Metas por Indicador, para el desempeño y cumplimiento de los objetivos específicos planteados.

Meta Deseada	Planes de Acción	Medición	Indicador
Desperdicio de Vidrio Crudo: Meta: No exceder el 10 % en <i>scrap</i> .	<p>1. Implementación y capacitación al personal de corte sobre la optimización de las láminas y de la bodega de retazos, para evitar el corte de láminas enteras. Uso de <i>software</i> de optimización de vidrio crudo.</p> <p>2. Aprovechamiento de retazos en el proceso de ventas. Creación de procedimiento de inventario de pedacera y carga al sistema.</p>	<p>1. Estadística de generación de <i>scrap</i> del <i>software</i> de optimización de vidrio crudo.</p> <p>2. Saldo mensual de m<sup>2</sup> en la bodega de pedacera de vidrio flotado crudo.</p>	<p>m<sup>2</sup> de <i>scrap</i> /Total de m<sup>2</sup> de vidrio flotado crudo movidos en la bodega.</p> <p>Frecuencia: Mensual.</p>

<p>Entregas tardías: Meta: 95 % entregas a tiempo.</p>	<p>1. Erradicar la interdependencia por especialización de trabajo, por medio de capacitaciones cruzadas, para no depender de un determinado colaborador para ejecutar tareas específicas.</p> <p>2. Reducción de los <i>lead times</i> de las órdenes por medio de programación inmediata de instalaciones de proyectos.</p> <p>3. Disminución de los tiempos de cotización, por medio de la creación del cotizador, eliminando la dependencia del proveedor principal.</p>	<p><i>Software</i> de trazabilidad de órdenes. Fecha de entrada vs. fecha de instalación.</p>	<p>Cantidad de pedidos entregados a tiempo/ Cantidad total de pedidos. Frecuencia: Mensual.</p>
<p>Error en las entregas de productos: Meta: 98 % exactitud en la entrega.</p>	<p>1. Capacitación toma de medidas al personal para evitar los errores al medir.</p> <p>2. Plan de incentivos para eliminar los errores.</p> <p>3. Identificación de estantería para productos (Estandarización 5S).</p> <p>4. Creación e implementación de lista de chequeo de revisión de material en despacho.</p>	<p>1. Diagrama de trazabilidad de pedidos (Monitorear los reprocesos). 2. Listas de chequeo de material en despacho.</p>	<p>Cantidad de pedidos sin errores/ Cantidad total de pedidos. Frecuencia: Mensual.</p>

Como se observa en la matriz anterior, las tres metas asociadas a los objetivos específicos que se persiguen con este trabajo tienen claramente definido un plan de acción concreto, cómo se medirá y qué indicadores se medirán.

A continuación, un ejemplo de Semáforo de indicadores para implantar como herramienta de control en Serviglass Vidrio y Aluminio, en este se muestran los tres objetivos del presente trabajo, así como el indicador por medir para saber si está controlado, muestra también los rangos para que la gerencia pueda validar los resultados.

Semáforo de indicadores Serviglass Vidrio y Aluminio								
Meta Deseada	Indicador	Rangos	Oct-18		Nov-18		Dec-18	
Desperdicio de Vidrio Crudo: Meta: No exceder el 10% en Scrap.	M2 de Scrap /Total de M2 de vidrio flotado crudo movidos en la bodega. Frecuencia: Mensual.	Menor o igual a 10% Verde. Menor o igual a 15% Amarillo. Mayor a 16% Rojo.	34/170	20%	26/172	15%	14/151	9%
Entregas tardías: Meta: 95% entregas a tiempo.	Cantidad de pedidos entregados a tiempo/ Cantidad total de pedidos. Frecuencia: Mensual.	Mayor o igual a 95% Verde. Mayor o igual a 90% Amarillo. Menor a 90% Rojo.	298/350	85%	315/346	91%	348/366	95%
Error en las entregas de productos: Meta: 98% exactitud en la entrega.	Cantidad de pedidos sin errores/ Cantidad total de pedidos. Frecuencia: Mensual.	Mayor o igual a 98% verde. Mayor o igual a 95% amarillo. Menor a 95% Rojo.	315/350	90%	327/346	95%	358/366	98%

*Ilustración 31.* Semáforo de Indicadores

Fuente: elaboración propia, 2018.

Al implantar este semáforo la empresa sabrá identificar sus oportunidades de mejora y sabrán a ciencia cierta si están alcanzando los objetivos planteados, podrán controlar sus metas de manera mensual y, gráficamente, mostrar a sus colaboradores los avances.

## 5.4. BENEFICIOS DEL PROYECTO

### 5.4.1. Metas, Aportes y Beneficiarios

Con el alcance de los objetivos del proyecto se espera lograr las siguientes metas en los indicadores analizados:

- Desperdicio de Vidrio Crudo: Meta: No exceder el 10 % en *scrap*.
- Entregas tardías: Meta: 95 % entregas a tiempo.
- Error en las entregas de productos: Meta: 98 % exactitud en la entrega.

Por otra parte, los aportes principales del proyecto a la empresa se enumeran a continuación:

1. Implementación de un *software* de Optimización de Corte de Láminas de Vidrio.
2. Creación de Bodega para Inventario de Pedacera en ERP.
3. Capacitación general para todos los empleados.
4. Creación de Plantilla de Cotizaciones.
5. Creación e Implementación de una Lista de Verificación para Entrega de Producto.
6. Aplicación de 5S.
7. Creación de Programa de Incentivos.

- a. Revisión de Bodega de Inventario de Pedacera precorte.
  - b. Programación de instalación inmediatamente posinspección.
  - c. Exactitud en toma de medidas.
  - d. Cumplimiento del Programa 5S.
8. Creación de la Plantilla de Trazabilidad de Órdenes.
  9. Donación de Licencia de Disco (*Software* de Minería de Procesos).

Mediante la implementación de la propuesta se espera que el nuevo Flujo del Macroproceso luzca de la siguiente manera:

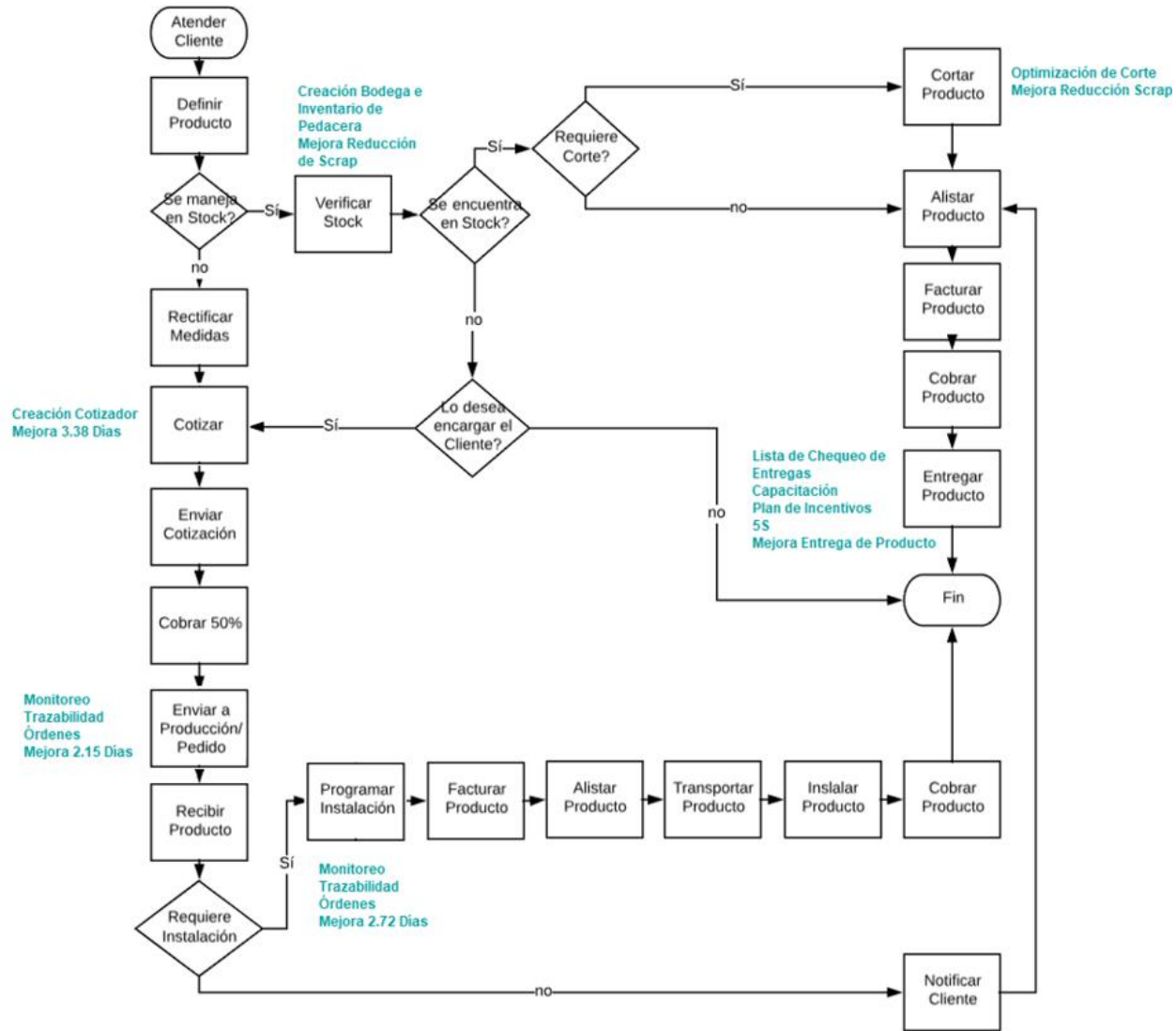


Ilustración 32. Nuevo Diagrama de Flujo (Simulado)

Fuente: elaboración propia, 2018.

Como se muestra en el Diagrama de Flujo anterior, mediante las mejoras propuestas se espera eliminar por completo las demoras en las actividades *Cotizar*, *Enviar a Producción/Pedido* y *Programar Instalación*.

Gracias a la herramienta Cotizador, la tarea *Cotizar* disminuirá en 3.38 días, mediante al monitoreo de la Trazabilidad de Órdenes, la actividad *Enviar a Producción/Pedido* disminuirá en 2.15 días y la *Programación de Instalación* se reduciría en 2.72 días. Esto equivale a una disminución de 8.25 días y representa una mejora de un 44 % sobre los tiempos promedios de las órdenes registradas durante el periodo de observación y registro de tiempos, ya que en promedio los pedidos tenían una duración de 18.6 días y ahora tardaría como máximo 10.35 días.

Por otro lado, el uso del *Software* de Optimización de Corte y verificación de la Bodega de Pedacera contribuirá a disminuir el porcentaje de desperdicio de vidrio crudo y para disminuir los errores de entrega de producto se facilitó la lista de chequeo de entregas y las herramientas para la implementación y seguimiento del Programa de 5S. Estas mejoras, en conjunto con los Programas de Capacitación e Incentivos, ayudarán a cumplir con los objetivos específicos y general de este proyecto.

A continuación, en las ilustraciones 33 y 34, se muestra el resultado obtenido en forma del Diagrama de Trazabilidad de Órdenes al simular la eliminación de los tiempos muertos y reprocesos que existían debido a falta de capacitación y motivación de los colaboradores, falta de optimización del proceso de corte, cotización y chequeo de entregas y ausencia de un programa de 5S. Más adelante

se presentan extractos del Diagrama de Trazabilidad de Órdenes, obtenidos mediante la simulación de la implementación de las mejoras. Estos extractos servirán para comparar los datos del modelo pre y posimplementación y así validar el cumplimiento de los objetivos.

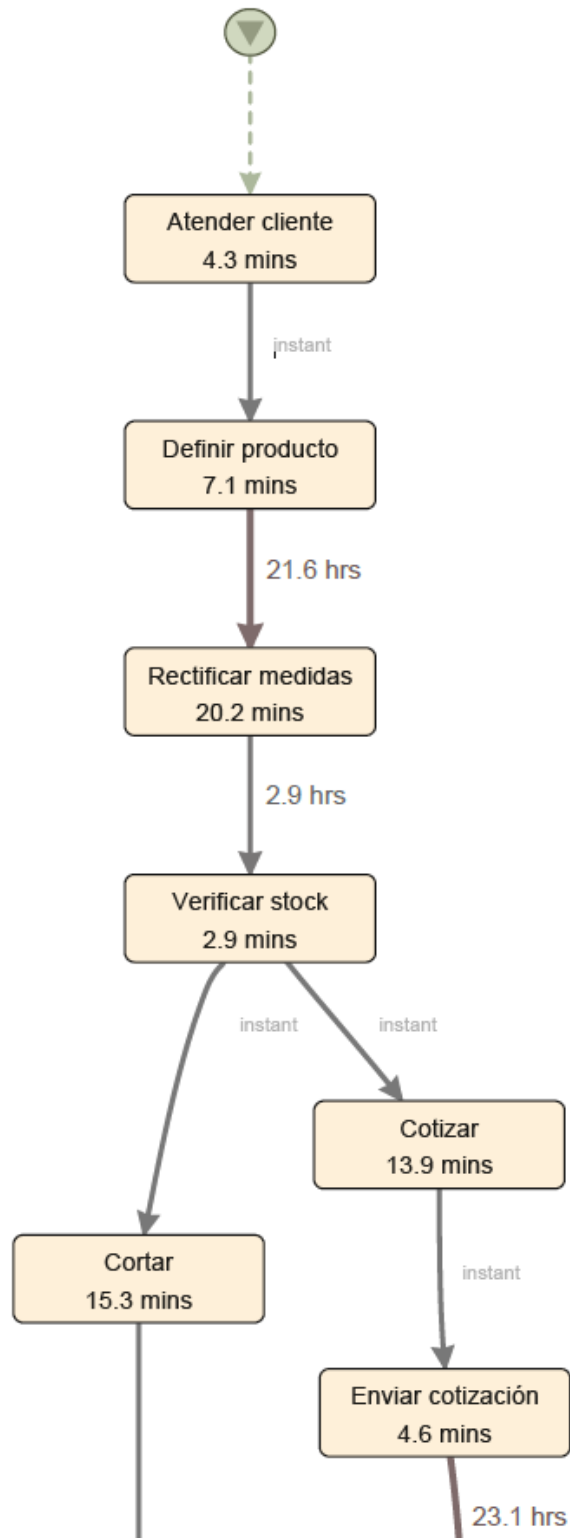


Ilustración 33. Imagen XXXIII. Diagrama de Trazabilidad y Flujo del Proceso posimplementación (Primera Parte)

Fuente: elaboración propia, 2018.

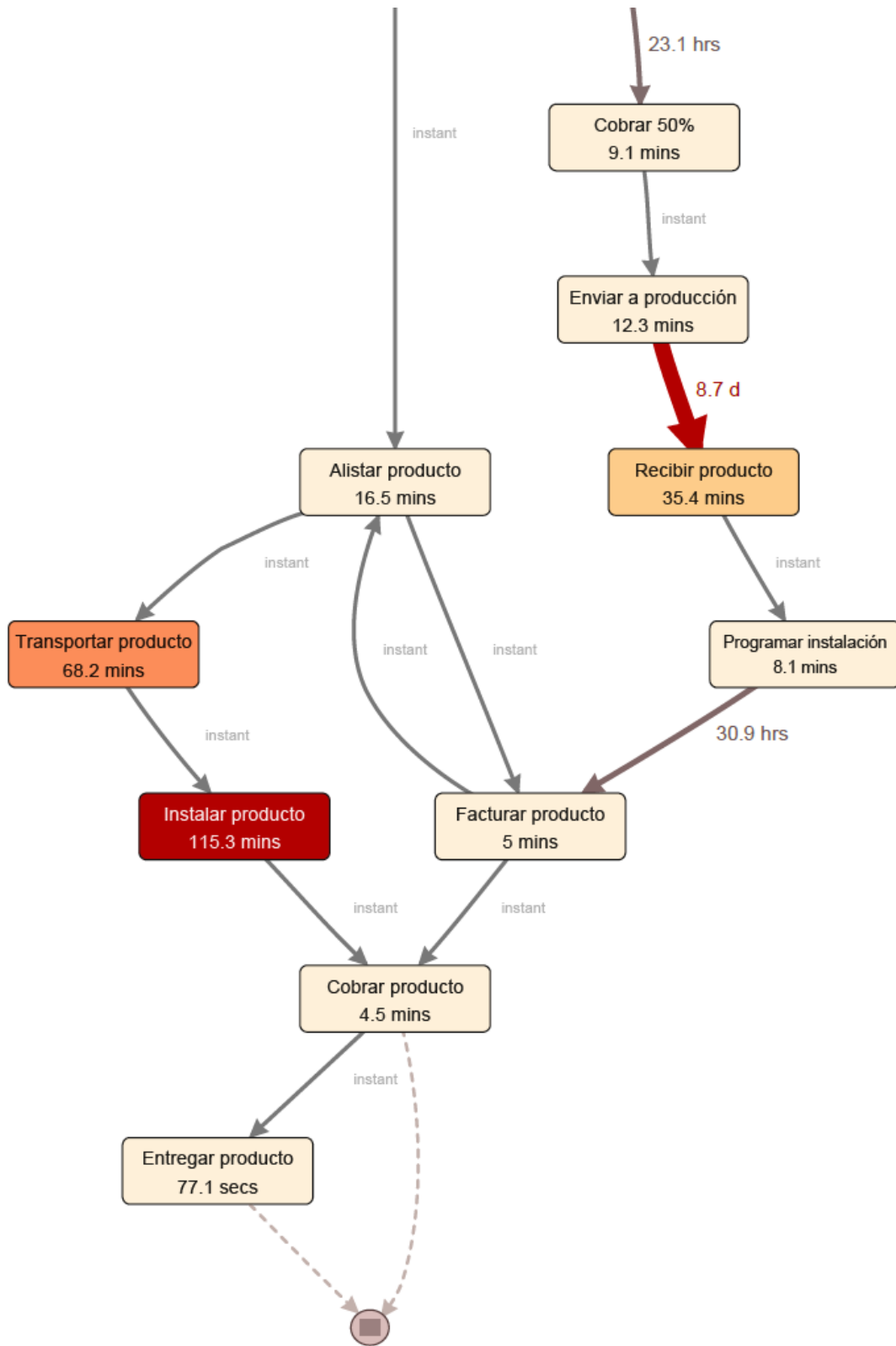


Ilustración 34. Diagrama de Trazabilidad y Flujo del Proceso posimplementación (Segunda Parte)

Fuente: elaboración propia, 2018.

Este nuevo Diagrama de Trazabilidad de Órdenes posimplementación se basa en la simulación del nuevo proceso ya mejorado y, como se puede apreciar, su forma ahora no contempla ni tiempos muertos, ni los reprocesos que se originaban por los errores de tipo *Desperdicio de Vidrio Crudo* y *Entrega de Producto*, esto, a la vez, genera reducción del error *Entregas Tardías*. A continuación, un resumen de las mejoras principales. Estas mejoras se analizarán mediante extractos del diagrama anterior.

Con respecto al proceso de Cotización, la siguiente imagen permite apreciar las duraciones de los tiempos muertos preimplementación (a la izquierda) y posimplementación (a la derecha) entre las actividades *Contactar Proveedor* y *Enviar Cotización*. El tiempo muerto para esta espera mejoró en un 100 %. Esto significa que gracias a la creación del cotizador, los colaboradores ya no deben esperar las 33.8 horas que en promedio esperaban para enviar la cotización al cliente, sino que ahora pueden enviarla de manera inmediata al terminar de utilizar el cotizador. Esto representa un ahorro en de 3.38 días laborales.

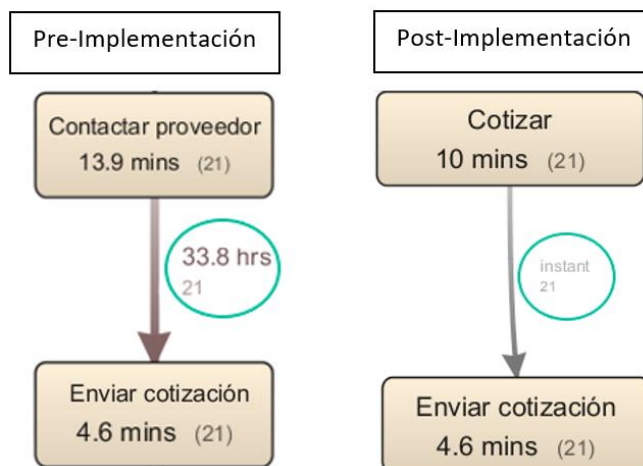


Ilustración 35. Mejora Cotización

Fuente: elaboración propia, 2018.

A continuación, la siguiente imagen detalla la mejora posimplementación de las recomendaciones, para el tiempo de espera entre las actividades *Contactar al Proveedor* y *Enviar a Producción*, que pasó de tardar 21.5 horas a ser instantánea. Esto representa un 100 % de mejora en esta espera y un ahorro de 2.15 días en la duración promedio del procesamiento de las órdenes que afecta positivamente la Cadena de Valor de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A.

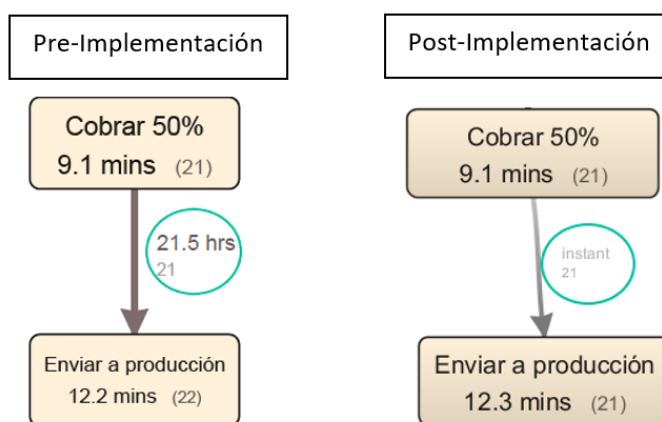


Ilustración 36. Mejora Envío a Producción

Fuente: elaboración propia, 2018.

Adicionalmente, la duración previa de 27.2 horas correspondiente al tiempo muerto entre las actividades *Recibir Producto* y *Programar Instalación* también fue eliminado. Mediante la implementación del modelo propuesto se espera que el accionar del colaborador sea inmediato. Esta mejora disminuiría los tiempos promedios del procesamiento de órdenes en 2.72 días.

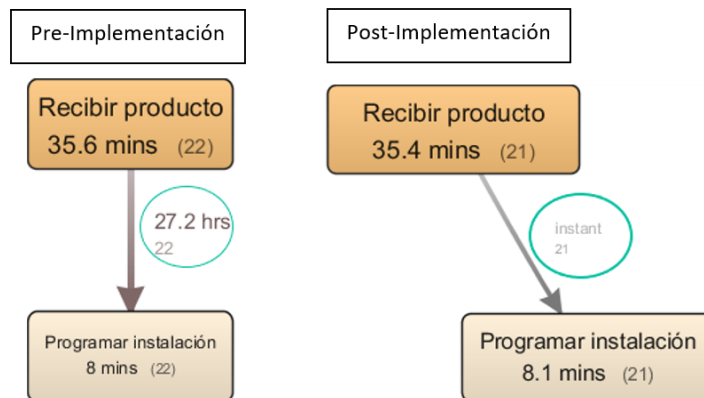


Ilustración 37. Mejora de Recibo a Instalación

Fuente: elaboración propia, 2018.

Los beneficiarios directos de las mejoras descritas anteriormente son los dueños de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. ya que la disminución de desperdicios, reprocesos y errores repercute directa y, positivamente, en la rentabilidad de la compañía. Los clientes también serían beneficiarios directos de la puesta en práctica del nuevo modelo, pues, al disminuir el *Lead Time* de las órdenes, reciben los productos que tanto desean con mayor prontitud y los potenciales reprocesos por errores en medición son menos probables.

Por otra parte, los colaboradores asalariados y sus familias, de manera indirecta, también se verían beneficiados económicamente, ya que si se apegan a los procedimientos y adaptan los nuevos modelos pueden ser parte del Programa de Incentivos de forma mensual.

#### 5.4.2. Beneficios Económicos Estimados

A continuación, se detalla el impacto económico positivo esperado por indicador. Los siguientes montos se obtienen a partir de que el promedio de ventas mensuales de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. es de 13,000,000 de colones. La validación de los

siguientes indicadores se realizará por medio del Semáforo de Indicadores por parte de la gerencia una vez que el proceso se encuentre estabilizado en seis meses.

- 15 % de entregas tardías, meta: 95 % de entregas a tiempo.

Con la implementación del modelo completo se espera reducir las tardías a un 5 %, con lo que se protegería el equivalente a 1,300,000 colones que representa el 10 % que se espera mejorar mediante la implementación del modelo. La Plantilla de Trazabilidad de Órdenes junto con el Semáforo de Indicadores permitirá validar los porcentajes alcanzados una vez puestas en práctica todas las recomendaciones del nuevo modelo.

- 10 % de error en las entregas de productos, meta: 98 % de exactitud en la entrega.

El equivalente al 10 % de las ventas mensuales, es decir, 1,300,000 colones, se podrían ver afectados por error en la entrega de los productos. Con la puesta en práctica del proyecto, este monto se reduciría a 260,000 colones (equivalente al 2 % de las ventas).

- 20 % de desperdicio en vidrio crudo, meta: no exceder el 10 % en *scrap*.

Se visualiza reducir en un 50 % el *scrap*, lo que representa un ahorro de 2,11 láminas de vidrio al mes y eso equivale a 211,000 colones.

Los aspectos contemplados anteriormente demuestran que con la implementación de todas las recomendaciones se resguardaría el equivalente

económico a 2,551,000 colones mensuales, más el mejoramiento de 11 % en el tiempo efectivo que la administradora dedicaba en responder las quejas de los clientes.

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1. VALIDACIÓN DE OBJETIVOS

En las secciones Definición del Problema y Medición y Respaldo Cuantitativo se identificaron todas las causas posibles que puedan generar ineficiencias y errores en los indicadores: tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y desperdicio de materia prima, mediante Diagramas de Ishikawa, Pareto y VSM para direccionar los esfuerzos en determinar las causas raíz.

En las fases Propuesta de Mejora e Implementación se diseñaron estrategias de mejora por medio de la metodología DMAIC y herramientas de la metodología Lean para la estandarización de los procesos operacionales y la mejora de estos indicadores.

Por último, en el apartado Control y Seguimiento de Resultados se proveyeron herramientas de control como Plantillas de Registro, *Software* de Minería de Procesos y Diagramas de Trazabilidad que sirven como herramienta de monitoreo de tiempos y posibles reprocesos para asegurar que los indicadores de desempeño se mantienen de manera constante dentro de los límites aceptados por gerencia.

La siguiente tabla resume la metodología utilizada y los resultados obtenidos por cada uno de los objetivos específicos:

Objetivo Específico	Metodología	Resultados
<p>* Identificar todas las posibles causas que generen ineficiencias y errores en los indicadores: tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y desperdicio de materia prima, mediante diagramas de Ishikawa, Pareto y VSM para la identificación de las causas raíz.</p>	<p>* Diagramas de Proceso</p> <p>* Diagramas de Ishikawa</p> <p>* Diagramas de Pareto</p> <p>* VSM</p> <p>* Registro de Tiempos</p> <p>* Entrevistas</p>	<p><b>Para el indicador <i>Desperdicio de Vidrio Crudo: Meta: No exceder el 10 % en scrap:</i></b></p> <p>1. Identificación de desperdicios por cortes de vidrio no óptimos.</p> <p>2. Identificación de desperdicios por no verificación de retazos de vidrio.</p> <p><b>Para el indicador <i>Entregas tardías: Meta: 95 % entregas a tiempo:</i></b></p> <p>1. Identificación de tiempos muertos por interdependencias por especialización de trabajo. Se depende de determinados colaboradores para ejecutar tareas específicas.</p> <p>2. Identificación de esperas desde el momento que se recibe el producto hasta que se procede a programar la instalación.</p> <p>3. Identificación de esperas desde el momento que se envía la cotización hasta que se recibe por parte del proveedor.</p> <p>4. Identificación de espera desde el momento en que se cobra el 50 % hasta que se envía a producción.</p> <p><b>Para el indicador <i>Error en las entregas de productos: Meta: 98 % exactitud en la</i></b></p>

		<p><b>entrega:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificación de reprocesos por errores durante toma de medidas.</li><li>2. Identificación de necesidad de creación de Plan de Incentivos para reforzar cambios al proceso y nuevas buenas prácticas enfocadas en disminuir los errores en entregas.</li><li>3. Identificación de actividades que no generan valor por desorden en bodega.</li><li>4. Identificación de errores en entrega por falta de verificación del pedido contra listas de chequeo.</li></ol>
--	--	--

<p>* Diseñar estrategias de mejora utilizando la metodología DMAIC y herramientas de la metodología Lean para la estandarización de los procesos operacionales y la mejora de estos indicadores.</p>	<p>* DMAIC * Lean Manufacturing</p>	<p><b>Para el indicador <i>Desperdicio de Vidrio Crudo: Meta: No exceder el 10 % en Scrap:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementación y capacitación al personal de corte sobre la optimización de las láminas y de la bodega de retazos, para evitar el corte de láminas enteras. Utilización de <i>software</i> de optimización de vidrio crudo.</li> <li>2. Aprovechamiento de retazos en el proceso de ventas. Creación de procedimiento de Inventario de pedacera y carga al sistema.</li> </ol> <p><b>Para el indicador <i>Entregas tardías: Meta: 95 % entregas a tiempo:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erradicación de la interdependencia por especialización de trabajo, por medio de capacitaciones cruzadas, así no se depende de un determinado colaborador para ejecutar tareas específicas.</li> <li>2. Reducción de los <i>lead times</i> de las órdenes por medio de programación inmediata de instalaciones de proyectos.</li> <li>3. Disminución de los tiempos de cotización, por medio de la creación del cotizador, eliminando la dependencia del proveedor principal.</li> <li>4. Eliminación del tiempo muerto por medio del envío inmediato a producción una vez que</li> </ol>
--	---	--

		<p>se cobra el 50 %.</p> <p><b>Para el indicador <i>Error en las entregas de productos: Meta: 98 % exactitud en la entrega:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación toma de medidas al personal para evitar los errores al medir.</li> <li>2. Creación del Plan de Incentivos para eliminar los errores.</li> <li>3. Identificación de estantería para productos (Estandarización 5S).</li> <li>4. Creación e implementación de lista de chequeo de revisión de material en despacho.</li> </ol>
<p>* Proveer herramientas de control como Plantillas de Registro, <i>Software</i> de Minería de Procesos y Gráficos de Monitoreo que permitan aseguren que los indicadores de desempeño se mantienen de manera constante dentro de los límites aceptados por gerencia.</p>	<p>* Plantilla de Registro de Tiempos y Trazabilidad de Órdenes.</p> <p>* <i>Software</i> de Minería de Procesos.</p> <p>* Diagramas de Trazabilidad y Flujo.</p> <p>* Plan de Incentivos.</p> <p>* Semáforo de Indicadores.</p>	<p><b>Para el indicador <i>Desperdicio de Vidrio Crudo: Meta: No exceder el 10 % en Scrap:</i></b></p> <p>* Estadística de generación de <i>scrap</i> del <i>software</i> de optimización de vidrio crudo.</p> <p>* Saldo mensual de m<sup>2</sup> en la bodega de pedacera de vidrio flotado crudo.</p> <p><u>Fórmula para Semáforo de Indicadores:</u></p> <p>m<sup>2</sup> de <i>scrap</i> /Total de m<sup>2</sup> de vidrio flotado crudo movidos en la bodega. Frecuencia: Mensual.</p> <p><b>Para el indicador <i>Entregas tardías: Meta: 95 % entregas a tiempo:</i></b></p>

		<p>* <i>Software</i> de trazabilidad de órdenes.</p> <p>* Fecha de entrada vs. fecha de instalación.</p> <p><u>Fórmula para Semáforo de Indicadores:</u></p> <p>Cantidad de pedidos entregados a tiempo/ Cantidad total de pedidos. Frecuencia: Mensual.</p> <p><b>Para el indicador <i>Error en las entregas de productos: Meta: 98 % exactitud en la entrega:</i></b></p> <p>* Diagrama de trazabilidad de pedidos (Monitorear los reprocesos).</p> <p>* Listas de chequeo de material en despacho.</p> <p><u>Fórmula para Semáforo de Indicadores:</u></p> <p>Cantidad de pedidos sin errores/ Cantidad total de pedidos. Frecuencia: Mensual.</p>
--	--	---

Como se puede apreciar en la tabla anterior, cada uno de los objetivos específicos planteados al principio de esta investigación se cumplieron a cabalidad. Esto, a la vez, aporta al cumplimiento del Objetivo General:

**Mejorar la cadena de valor de la empresa Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., para el aumento de su desempeño en los indicadores: tiempos de entrega, exactitud de los pedidos y desperdicio de materia prima, mediante la aplicación de estándares, mejores prácticas y herramientas de la Ingeniería Industrial, durante el segundo semestre del 2018.**

A continuación, se resumen los aspectos en los que el proyecto cumplió con el objetivo general y contribuyó con la cadena de valor de esta empresa:

- Disminución de los errores en la entrega, de manera que, en lugar de despachar un 10 % de pedidos con error, se bajó a un 2 %. Esto contribuye con la satisfacción de los clientes.
- Eliminación de las interdependencias por especialización, que generaba cuellos de botella en algunos puestos de trabajo y errores cuando otro operario realizaba una labor que no era la propia. Ahora los colaboradores están mejor capacitados para realizar todas las actividades involucradas en el procesamiento de los pedidos.
- Mayor aprovechamiento de la materia prima al reducir el *scrap* de vidrio flotado crudo de un 20 % a solamente un 10 %, lo que genera más rentabilidad a Serviglass.

- Mejoramiento de los tiempos de entrega, de un 85 % de entregas a tiempo a un 95 % de entregas a tiempo.
- Reducción del tiempo de las cotizaciones: de 3.38 días a realizarse de manera inmediata.
- Decremento del tiempo muerto entre las actividades *Cobro 50 % y Enviar a Producción*: de 2.15 días a efectuarse de manera inmediata.
- Eliminación de tiempos de espera para instalar material que ya está listo y duerme en bodega. Se redujo de 2,72 días a realizar la instalación de manera inmediata.
- Los tres aspectos anteriores representan una reducción del *lead time* total de la orden de 8.25 días. Esto representa una mejora de un 44 % sobre los tiempos promedios de las órdenes registradas durante el periodo de observación y registro de tiempos, ya que en promedio los pedidos tenían una duración de 18.6 días y actualmente tardarían como máximo 10.35 días. Esta mejora genera, a la vez, mayor rentabilidad para Serviglass y mayor satisfacción de los clientes.

## 6.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.2.1. Conclusiones

El registro y estudio de las actividades realizadas por los colaboradores, mediante la observación continua de la operación de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A., durante 6 días laborales, fue de vital importancia para identificar errores humanos, tiempos muertos, deficiencias operativas y reprocesos que contribuían al mal desempeño de los indicadores controlados por la gerencia. A la vez, el análisis de las operaciones, herramientas disponibles, políticas corporativas y procedimientos internos permitió confirmar los números de los indicadores deficientes provistos inicialmente por la compañía.

La implementación del nuevo modelo permite que la Cadena de Valor de Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. mejore con la reducción de desperdicios de materia prima, decremento de las entregas tardías y disminución de errores en entrega de productos. Estos aspectos, por ende, generan incremento en la satisfacción de los clientes, aumento de las eficiencias operativas, mejor empleo del recurso humano, mejoras económicas y reducción del *Lead Time* promedio para las órdenes de la empresa.

Es claro que Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. es ahora una empresa que cuenta con las técnicas y los estudios necesarios para eliminar las ineficiencias de sus procesos operativos y mejorar su Cadena de Valor, como lo ha hecho desde el inicio de la implementación de este proyecto, mediante la capacitación y motivación a sus colaboradores y la disponibilidad de los instrumentos que sus empleados deben

utilizar. Además, las herramientas de control provistas durante el presente estudio le permitirán a la compañía asegurar la sostenibilidad del nuevo modelo y procurar la mejora continua de su operación.

### **6.2.2. Recomendaciones**

Se recomienda a Serviglass Vidrio y Aluminio S. A. llevar un registro fidedigno de la realidad en la Plantilla de Trazabilidad de Órdenes, ya que es precisamente esta herramienta la que se debe usar en Disco para obtener los diagnósticos y diagramas correspondientes para análisis de los indicadores en cuestión.

Se sugiere realizar este análisis de manera mensual y gestionar una reunión de equipo, en la cual se presenten los datos actualizados de estos indicadores de desempeño operacional. Como parte del control y seguimiento, estos resultados deben ser expuestos por la gerencia a todos los empleados, a quienes debe instarse a que alcancen las metas y obtengan el Programa de Incentivos creado.

En estas reuniones se planifican las actividades de mejora continua, según las conclusiones obtenidas en cada proceso, a partir de lo más crítico a lo menos crítico para, de esta forma, ver resultados favorables y de mayor a menor impacto. Además, se deja documentación de los temas tratados en forma de minuta para que sirva de referencia para la siguiente sesión. La minuta mencionada es responsabilidad de la administradora, quien cuenta con un periodo no mayor a 24 horas para enviarla, vía correo electrónico, con los acuerdos a los que se llegaron en la reunión de Mejora Continua.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Correa. (2007). *Manufactura Esbelta, Lean Manufacturing. Principales Herramientas.* Panorama Administrativo. México, D. F.
- Castro, E. (2010). *El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas.* San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.
- Castro, M. (2017). *Diseño de un sistema de medición y control al proceso productivo de una empresa productora de cajas plegadizas en San José Costa Rica, en el año 2017.* San José: Universidad Hispanoamericana.
- Heredía Alvarado, J. A. (2001). *Sistema de indicadores para la mejora y el control integrado de la calidad de los procesos.* Publicaciones de la Universitat Jaume.
- Hernández, Z. (2012). *Métodos de análisis de datos: apuntes.* Logroño, España: Universidad de la Rioja, Servicio de Publicaciones.
- Herrera Retiz, A., Martínez López, N. R. y Villalobos Odaz, G. (2010). *Medición de la productividad en México: aspectos metodológicos.* México: Instituto Politécnico Nacional.
- Meyers, F. E. (2008). *Estudio de tiempos y movimientos.* 2ª ed. México: Pearson Educación.
- Morga, L. E. (2012). *Teoría y técnica de la entrevista.* México, México: Red Tercer Milenio.
- Murillo, S. G. (2010). *Evaluación y propuesta para lograr un aumento en la productividad de la línea de producción "lifecare" en la empresa Hospira Costa Rica LTD.* San José: Universidad Hispanoamericana.
- Ramos, M. M. (2004). *Medición y gestión del rendimiento: ventajas de los sistemas de indicadores integrados.* Deusto - Planeta de Agostini Profesional y Formación S. L.

Retana, B. y Aguilar, M. (2013). Ingeniería de métodos. México: Open Unidersia.

## **ANEXOS**

## ANEXO I. PROGRAMA DE INCENTIVOS

Este plan de mejora pretende resultados positivos para la empresa en las siguientes variables:

**Productividad:** el objetivo es ser lo más eficientes y eficaces, utilizar la menor cantidad de recursos posibles, minimizar los errores o pérdidas en equipo y materia prima, de igual forma, obtener el mayor aprovechamiento del tiempo laboral.

**Calidad:** generar la mayor cantidad de pedidos e instalaciones con calidad extraordinaria, sin generar reclamos o quejas por parte del cliente y brindar un seguimiento de cada uno de los pedidos para lograr la mayor cantidad de ventas posibles.

### Cuadro de metas.

Revisión de Bodega de Inventario de Pedacera pre-corte	Programación de instalación inmediatamente post-inspección	Exactitud en toma de medidas	Cumplimiento Programa 5S	Tardías y ausencias	Cumplimiento del tiempo laboral	Quejas y reclamos de clientes	Total
15%	15%	15%	15%	15%	15%	10%	100%

### Forma de medición.

Cada colaborador dispone del 100 % para la obtención de la meta, el porcentaje para optar por este es de un 85 %, desglosado de la siguiente manera.

### Revisión de Bodega de Inventario de Pedacera precorte.

Los colaboradores deben revisar los retazos de vidrio disponibles en la

Bodega de Inventario de Pedacera que se encuentra en el ERP. En caso de utilizar uno disponible, debe hacer la actualización correspondiente en el inventario, de lo contrario se penalizará con 15 %.

#### **Programación de instalación inmediatamente posinspección.**

Los colaboradores deben contactar al cliente para programar la instalación inmediatamente después de recibir e inspeccionar el producto final enviado por el proveedor. Para monitorear este aspecto, la gerencia utilizará la Plantilla de Trazabilidad de Órdenes entregada como parte de este proyecto. Esta plantilla será el archivo de entrada para el monitoreo y aseguramiento por medio del *software* de Minería de Procesos Disco. En caso de incumplimiento se penalizará con 15 %.

#### **Exactitud en toma de medidas.**

La gerencia utilizará la misma Plantilla de Trazabilidad de Órdenes para monitorear si se ocasionan reprocesos debido a toma incorrecta de medidas. En caso de incumplimiento se penalizará con 15 %.

#### **Cumplimiento del Programa 5S.**

El orden, la limpieza, mantener en condiciones óptimas y la disciplina de trabajar con este programa es de suma importancia para mantener condiciones apropiadas para operar y laborar en un lugar, agradable tanto para los colaboradores como para los clientes.

Se realizará una auditoría por semana en la que se evaluarán los puntos del programa y cada falta o incumplimiento descontará 15 % a todos en el equipo.

Puntos para tomar en cuenta:

Orden y limpieza en escritorio, baño, cocina: incluidos los electrodomésticos y la pila, burras, mueble de muestras y accesorios.

Ubicación de objetos innecesarios en las áreas de trabajo, como ropa, zapatos o bolsos.

Utilización de la pared de herramientas. Cada utensilio empleado debe colocarse de vuelta en su lugar correspondiente.

### **Tardías y Ausencias.**

Ausencias: cada día de ausencia injustificada tendrá un valor porcentual del 10 %.

Tardías: cada tardía injustificada tendrá un valor porcentual del 5 %.

### **Cumplimiento del tiempo laboral.**

El cumplimiento del horario laboral es muy importante para la eficiencia y aprovechamiento de los recursos, se tipificará como incumplimiento tomar más tiempo del estipulado en almuerzos, desayunos o café, así como idas prolongadas al servicio sanitario. Por cada ocasión que no se cumpla, el valor que se descontará será de 3 %, serán excepciones cuando la gerencia considere que no es inconveniente extender estos espacios.

### **Quejas y Reclamos.**

Reclamos del cliente con justificación y evidenciables de cometer faltas. Valor de 10 %.

### **Ventas.**

Las ventas y el seguimiento de cotizaciones que se cierran tendrán un bonus que los beneficiará y generará puntos a favor que colaboren con el cumplimiento de la meta.

Si el cumplimiento de metas se logra y hay bonus por ventas se generará un incentivo extra a criterio de la gerencia.

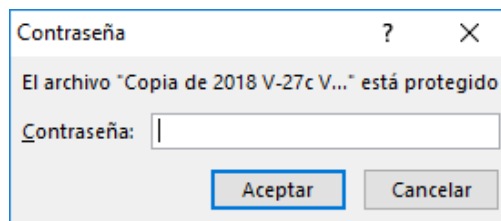
- Ventas mayores de 300 000 colones 5 %.
- Mayores a 500 000 colones 8 %.
- Mayores de 1 millón 10 %.
- Mayores de 2 millones 15 %.

Valores que se sumarán a la calificación de las metas (las ventas deben estar cobradas y sin reclamos) y son válidas solo en el mes que se vendieron.

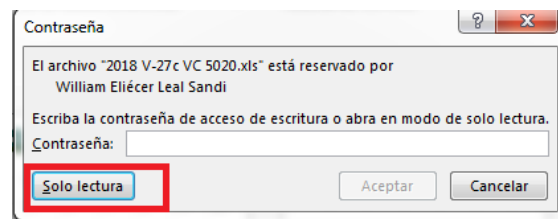
Además, la gerencia puede asignar puntos a favor cuando considere que el colaborador realizó una acción en pro de los valores de empresa, esto queda a discreción de los gerentes.

## ANEXO II. MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA COTIZACIÓN

1. Verificar si el precio existe en la lista.
2. Si no existe en la lista y es un prefabricado, utilizar el cotizador de Extralum, que se encuentra en la carpeta *Cotizador Prefabricado Extralum* y elegir el sistema. Aparece una ventana que solicita una clave:



La clave es EFICIENCIA, si aparece un segundo cuadro que solicita la clave, seleccionar la opción *solo lectura*.



3. Elegir la distribución de la ventana o portón.



4. Es una hoja protegida, por lo tanto, solamente modificar: el ancho, el alto y el color del vidrio y presionar *Enter*.

CLIENTE: \_\_\_\_\_  
 PROYECTO: \_\_\_\_\_  
 ALUMINIO: \_\_\_\_\_  
 VIDRIO: INCOLORO 5  
 NOTAS: \_\_\_\_\_

**VENT. CORRER 5020-2 FIJO MOVIL**

CANTIDAD	1
ANCHO	2 000
ALTO	1 200
ANCHO PARCIAL 1 (FIJO)	1 000
ANCHO PARCIAL 2 (NAVE)	1 000

**PARAMETROS VARIABLES**

VIDRIO	INCOLORO 5
CERRADURA	1 CERR. AUT SENC S/LLAVE


PRECIOS

5. El precio se desplegará de forma automática, dependerá del color del aluminio. Ver la opción del color que eligió el cliente. Este precio **NO** se le da al cliente, es solo para nuestra consulta.

PRECIOS	
NATURAL	ϕ 60 905,00
BRONCE	ϕ 62 160,00
NEGRO	ϕ 66 950,00

NOTA: si el producto no está en el cotizador, llamar al proveedor, solicitar el precio y continuar con el procedimiento.

6. Anotar el precio y pasar a la hoja de Excel que se llama *Cálculo del precio al Cliente*. Si se desea brindar el precio al cliente **SIN** imprimir la cotización, seleccionar la hoja *Precio para dar en despacho*.

**PRECIO AL CLIENTE**  **SERVIGLASS**  
VIDRIO Y ALUMINIO

Cálculo de 5020 y 8025		
	Heredia Alrededores	Cantones Heredia
Precio Extralum	[ ]	- 15 000,00

Cálculo de AKARI 6030 8040		
	Heredia Alrededores	Cantones Heredia
Precio Extralum	[ ]	- 15 000,00

Cálculo de Europa		
	Heredia Alrededores	Cantones Heredia
Precio Extralum	[ ]	- 15 000,00

7. Seleccionar el sistema que se está cotizando. Esta hoja también está protegida, por lo tanto, solo se puede escribir en los espacios en verde, aquí se coloca el monto que nos dio en el cotizador o el precio que facilitó el proveedor, precio de lista. La hoja muestra dos precios: uno para despacho en bodega o instalación en lugares cercanos y el otro es para cantones más lejanos en Heredia como las zonas montañosas de: San Isidro, San Rafael, Santa Bárbara, Barva o similares, también se puede ir a Alajuela o Tibás por ese mismo precio. Si es una zona más alejada, queda a criterio del encargado el monto adicional por instalación.

Si son varias ventanas puede cobrarse un solo adicional para las zonas alejadas.

Cálculo de 5020 y 8025		
	Heredia Alrededores	Cantones Heredia
Precio Extralum	[ ]	- 15 000,00

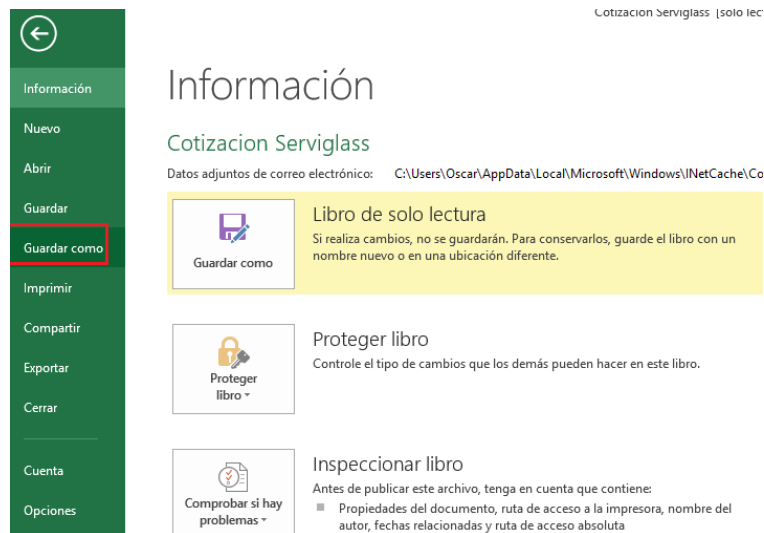
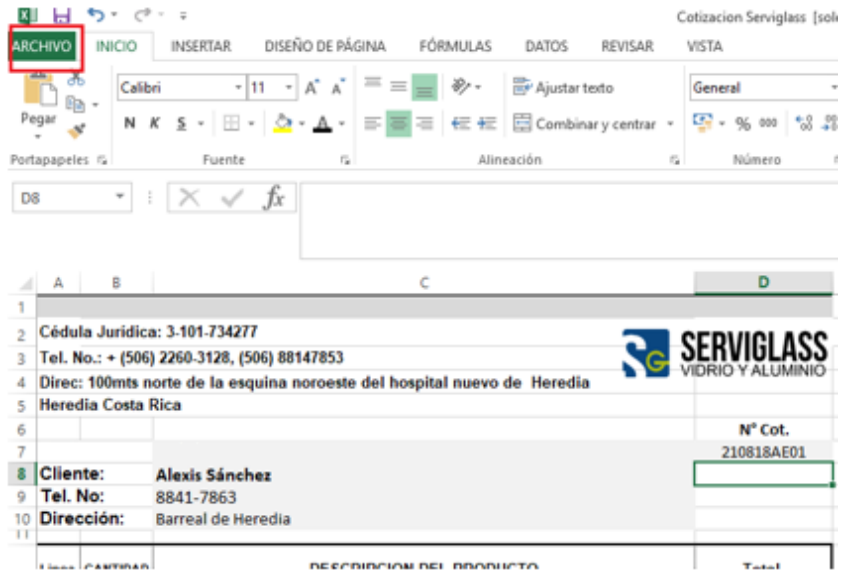
8. Si se desea para pasar al formato de cotización e imprimir, seleccionar la hoja *Precio para pasar al formato*.

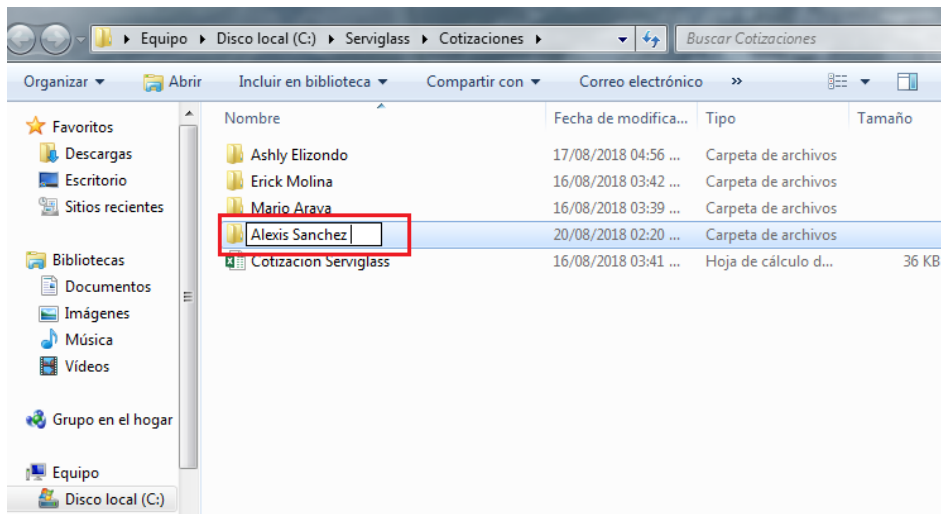
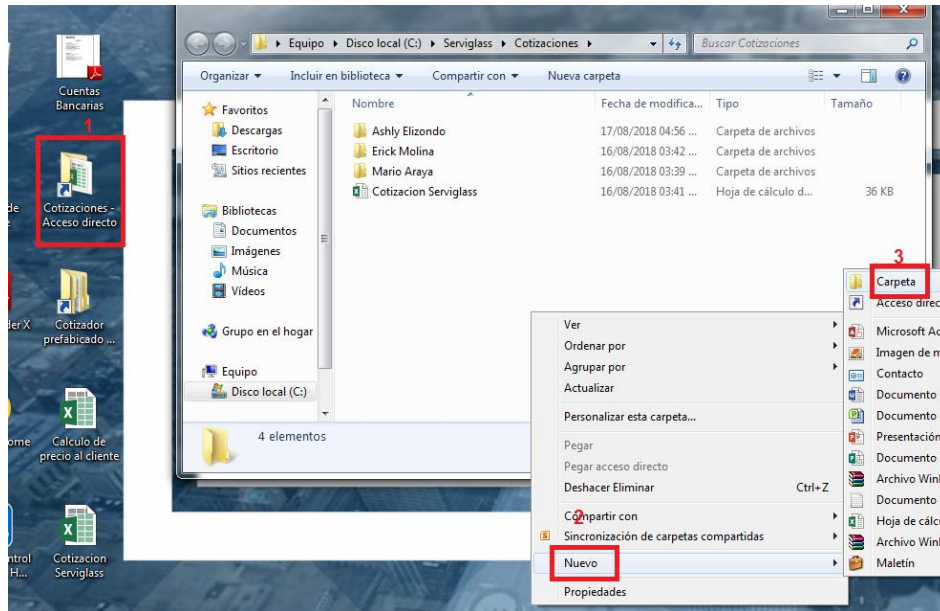
PRECIO AL CLIENTE		SERVIGLASS VIDRIO Y ALUMINIO	
Cálculo de 5020 y 8025			
Precio Extralum		Heredia Alrededores	Cantones Heredia
		-	15 000,00
Cálculo de AKARI 6030 8040			
Precio Extralum		Heredia Alrededores	Cantones Heredia
		-	15 000,00
Cálculo de Europa			
Precio Extralum		Heredia Alrededores	Cantones Heredia
		-	15 000,00
Precio para dar en despacho		Precio para pasar al formato	

9. Pasar *Cotización Serviglass*, la fecha se actualiza al abrirlo, colocar el número de cotización formato:

Cédula Jurídica: 3-101-734277		SERVIGLASS VIDRIO Y ALUMINIO	
Tel. No.: + (506) 2260-3128, (506) 88147853			
Direc: 100mts norte de la esquina noroeste del hospital nuevo de Heredia Heredia Costa Rica			
		N° Cot. 210818AE01	
Cliente:	Alexis Sánchez		
Tel. No.:	8841-7863		
Dirección:	Barreal de Heredia		
Linea	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Total
1			
2			

- 210818AE** más el número de cotización que ha hecho en el día, en este caso es 01 porque es la primera. Colocar el nombre del cliente, el teléfono y la dirección.
10. Guardar el libro, ir a archivo, guardar como, buscar la carpeta de cotizaciones (escritorio), dar clic derecho, nueva carpeta y colocar el nombre del cliente.





11. Dar doble clic en la carpeta que se creó y presionar *guardar*.

12. Llenar el formato con el resto de la información.

13. Verificar que el consecutivo de líneas sea el correcto.

Cédula Jurídica: 3-101-734277  
 Tel. No.: + (506) 2260-3128, (506) 88147853  
 Direc: 100mts norte de la esquina noroeste del hospital nuevo de Heredia  
 Heredia Costa Rica

**SERVIGLASS**  
 VIDRIO Y ALUMINIO

N° Cot.  
 210818AE01

Cliente: Alexis Sánchez  
 Tel. No: 8841-7863  
 Dirección: Barreal de Heredia

Linea	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Total
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

14. Colocar la cantidad de artículos que se desea cotizar. Seleccionar la descripción del producto, dar clic en la pestaña que se activa (encerrada en un círculo), bajar con la barra hasta encontrarlo. En la imagen se muestra como ejemplo: espejos, mampara y puerta feel, dar clic en el producto y así sucesivamente.

Cédula Jurídica: 3-101-734277  
 Tel. No.: + (506) 2260-3128, (506) 88147853  
 Direc: 100mts norte de la esquina noroeste del hospital nuevo de Heredia  
 Heredia Costa Rica

**SERVIGLASS**  
 VIDRIO Y ALUMINIO

N° Cot.  
 210818AE01

Fecha:

Cliente: Alexis Sánchez  
 Tel. No: 8841-7863  
 Dirección: Barreal de Heredia

Linea	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Total
1	4		
2	1	Espejo 3 mm Filo matado	
3	1	Espejo 3 mm Pulido	
4		Espejo 5 mm Cortado	
5		Espejo 5 mm Filo matado	
6		Espejo 5 mm Pulido	
		Espejo 5 mm Biselado sin huecos	
		Espejo 5 mm Biselado con huecos	
		Vidrio 3 mm claro Cortado	

15. Colocar el monto que evidenció la hoja de *cálculo de precio al cliente* en la opción *precio para pasar a formato*, según sea la zona (en el ejemplo es Barreal), redondear hacia arriba el monto.

Cálculo de Feel y Mamparas


	Heredia Alrededores	Cantones Heredia
Precio Extralum	65 400,00	109 929,23
		124 929,23

Cálculo de Puertas de baño Océano

	Heredia Alrededores	Cantones Heredia
Precio Extralum		- 15 000,00

Precio para dar en despacho

Precio para pasar al formato

Cédula Jurídica: 3-101-734277		 <b>SERVIGLASS</b> VIDRIO Y ALUMINIO	
Tel. No.: + (506) 2260-3128, (506) 88147853			
Direc: 100mts norte de la esquina noroeste del hospital nuevo de Heredia Heredia Costa Rica			
		N° Cot. 210818AE01	
<b>Cliente:</b>	Alexis Sánchez		
<b>Tel. No:</b>	8841-7863		
<b>Dirección:</b>	Barreal de Heredia		
Linea	CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	Total
1	4	Espejo 5 mm Biselado con huecos.	₡ 216 000,00
2	1	Mampara para Baño Vidrio claro de 8 mm con curva en la esquina 70 cm	₡ 110 000,00
3	1	Puerta de baño Puerta Océano, Fijo y puerta, Vidrio Claro 8 mm	₡ 220 000,00
4		-----Última Línea-----	
5			

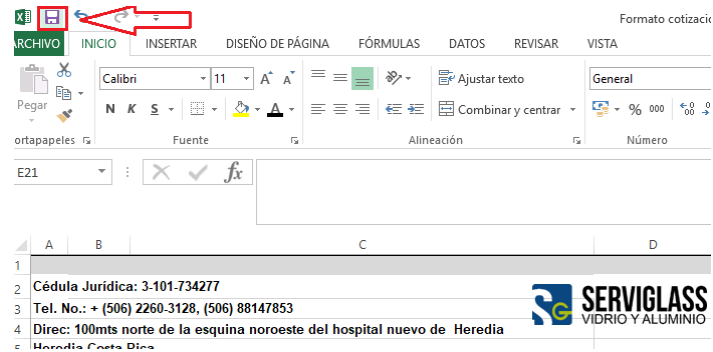
16. Verificar los montos totales, como se puede ver en el ejemplo la primera línea tiene **4** espejos, multiplicar o sumar el monto, según corresponda, para este caso todos los espejos son de diferente medida, por lo tanto, se sumaron los precios de cada uno y se colocó el monto total.

17. Verificar la información adicional, como las condiciones de pago y el tiempo de entrega, si se requiere modificar, se modifica: 12 días hábiles para templados y laminados, 18 días hábiles para productos con *sandblasting*, 6 días hábiles para 5020 y 8025, Akari, 8 días hábiles para Europa.

15			
16			
		SUBTOTAL	₡ 561 000,00
		IMPUESTO	₡ 72 930,00
		<b>TOTAL</b>	<b>₡ 633 930,00</b>
<b>OBSERVACIONES</b>			
Condiciones de pago: transferencia o efectivo, 50% adelanto y 50% contra entrega.			
Tiempo de entrega 12 días hábiles (negociable)			
Validez de la oferta 8 días			
Contamos con póliza de Ins y CCSS al día			
_____ Aceptación del Cliente			

18. Una vez que se termina la cotización se vuelve a guardar el archivo, en esta ocasión, como ya tiene nombre, solo se guarda en el disco que se ve en la imagen. Esto es importante hacerlo cada vez que se considere

necesario, en caso de que se cierren los programas.



19. Para imprimir, seleccionar la cotización completa, de manera que se muestre toda la información. Debería verse de esta forma:

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Total
1	4 Espajo 5 mm Biselado con bisel.	€ 218 000,00
2	1 cm	€ 180 000,00
3	1 Puerta de baño Puerta Ociso, Fijo y puerta Vidrio Claro 8 mm.	€ 220 000,00
4	1 Roplasa en media lava en vidrio templado	€ 15 000,00
5	.....Última Línea.....	
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
SUBTOTAL		€ 561 000,00
IMPUESTO		€ 72 830,00
<b>TOTAL</b>		<b>€ 633 830,00</b>

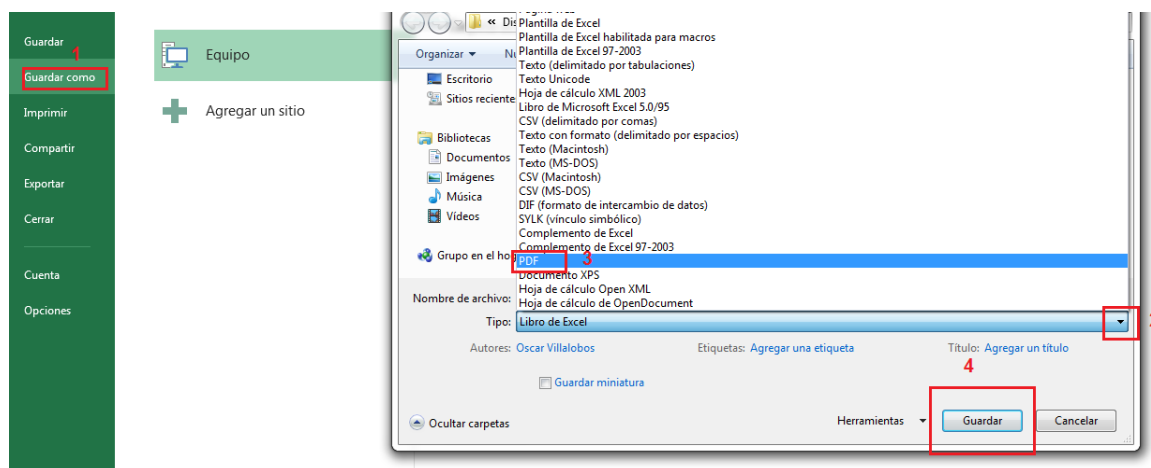
**OBSERVACIONES**  
 Condiciones de pago: transferencia o efectivo, 50% adelantado y 50% contra  
 Tiempo de entrega 12 días hábiles (negociable)  
 Validez de la oferta 8 días  
 Costamos con póliza de las y CCSS al día

Aceptación del Cliente

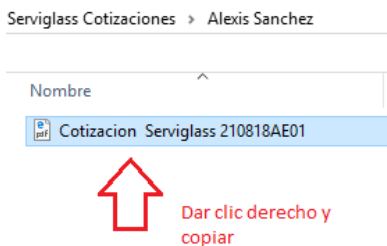
20. Ir a archivo, seleccionar imprimir. Elegir la impresora, después en configuración, escoger la opción *imprimir selección* y, finalmente, seleccionar imprimir.



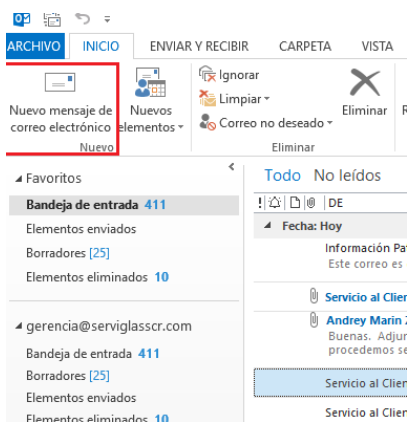
21. Para enviar por correo al cliente solo se hará en formato PDF, para esto dar clic en archivo, *guardar como* y se guarda en la misma carpeta con el nombre del cliente, seleccionar en tipo la opción PDF, finalmente, dar clic en guardar.



22. Una vez finalizado ese paso, abrir la carpeta con el nombre del cliente y sobre el archivo PDF, realizar lo siguiente:



23. Ir al Outlook y abrir un correo nuevo.



24. Colocar en *Para* la dirección del cliente, en *CC* seleccionar el correo de [ventas@serviglasscr.com](mailto:ventas@serviglasscr.com). En el asunto, indicar *Cotización Serviglass*.

El texto siempre debe iniciar con un saludo: *Buenas tardes o días*, según corresponda, *Estimado cliente*, *le adjuntamos la cotización solicitada*, *será un gusto servirle*. Despedida: *Saludos y muchas gracias*.

Clic derecho pegar. Automáticamente, se adjunta al correo, verificar que sea el archivo que se desea enviar y dar clic en *Enviar*.

ARCHIVO MENSAJE INSERTAR OPCIONES FORMATO DE TEXTO REVISAR

Adjuntar Elemento Tarjeta de Calendario Firma Tabla Imágenes Imágenes Formas  
archivo de Outlook presentación Incluir Tablas en línea Ilustrac

Enviar Para... alexissanchez@hotmail.com  
Cc... Ventas Serviglass;  
Asunto Cotización Serviglass  
Adjunto Cotizacion\_Serviglass.210818AE01.pdf (427 KB)

Buenas Tardes

Estimado cliente, le adjuntamos la cotización solicitada.

Saludos y muchas gracias!

**SERVIGLASS**  
SERVICIOS AL CLIENTE

### ANEXO III. FOTOGRAFÍAS DE LAS CAPACITACIONES

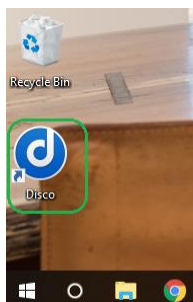




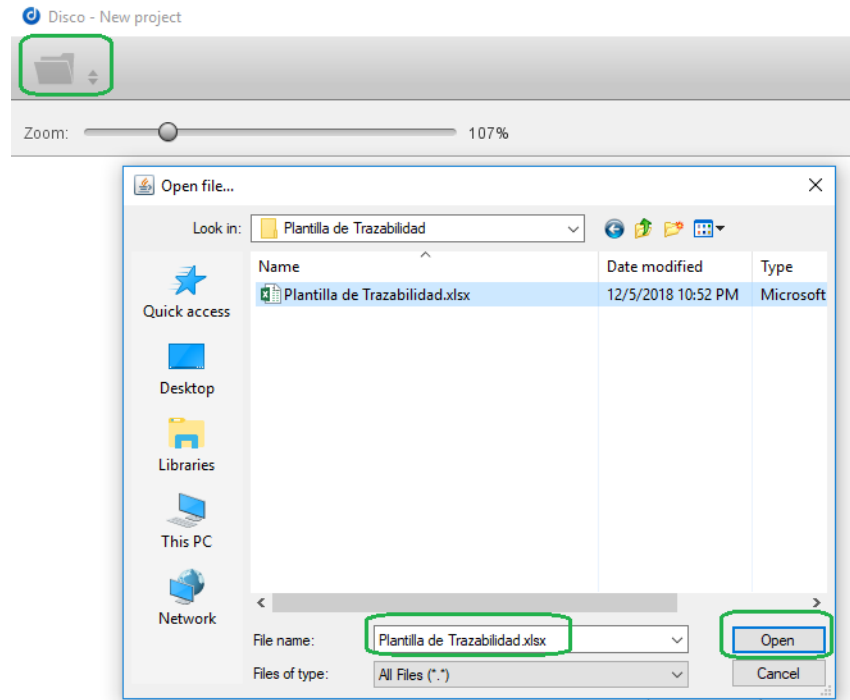
## ANEXO IV. MANUAL DE USO DEL SOFTWARE DISCO

A continuación, se muestran los pasos para el uso adecuado del *software* de Minería de Procesos Disco, con el propósito de monitorear los indicadores de los objetivos del proyecto como tiempos muertos, cuellos de botella y reprocesos.

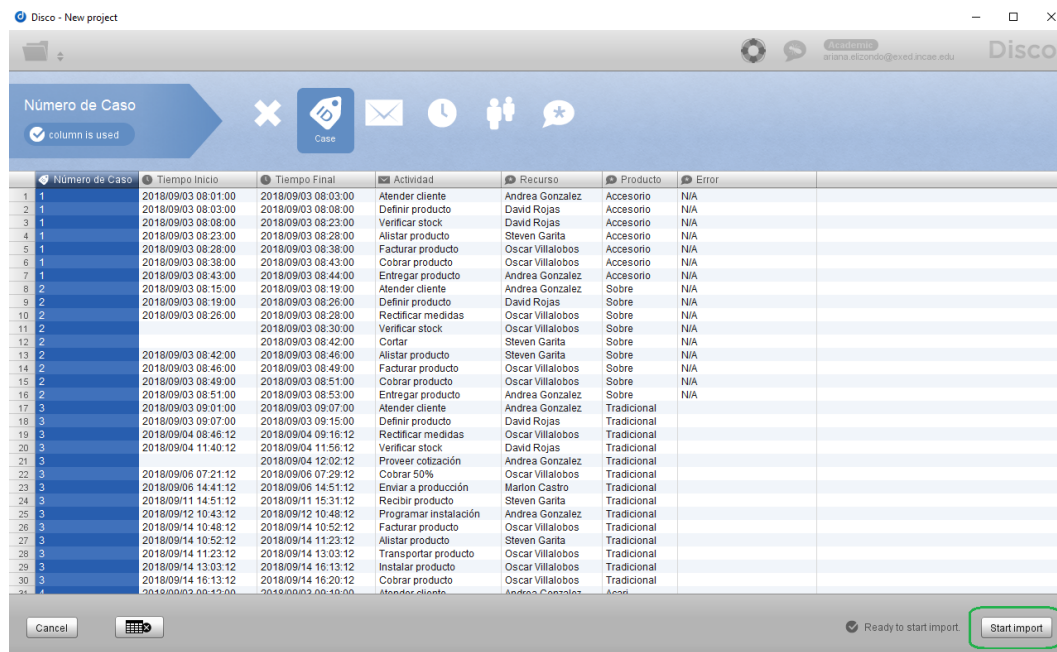
1. Abrir la aplicación, para esto se debe dar clic en el icono de Disco ubicado en el escritorio.



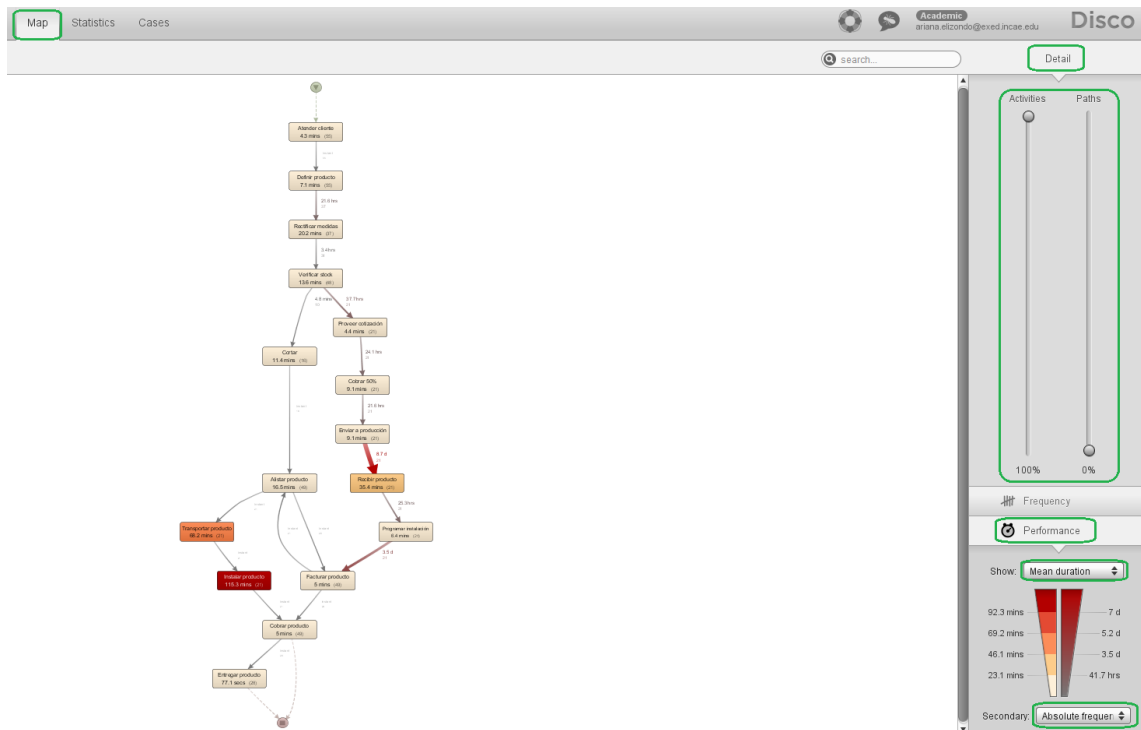
2. Dar clic en el icono de abrir carpeta, ubicado en la esquina superior izquierda y buscar la Plantilla de Trazabilidad de Órdenes para abrirla.



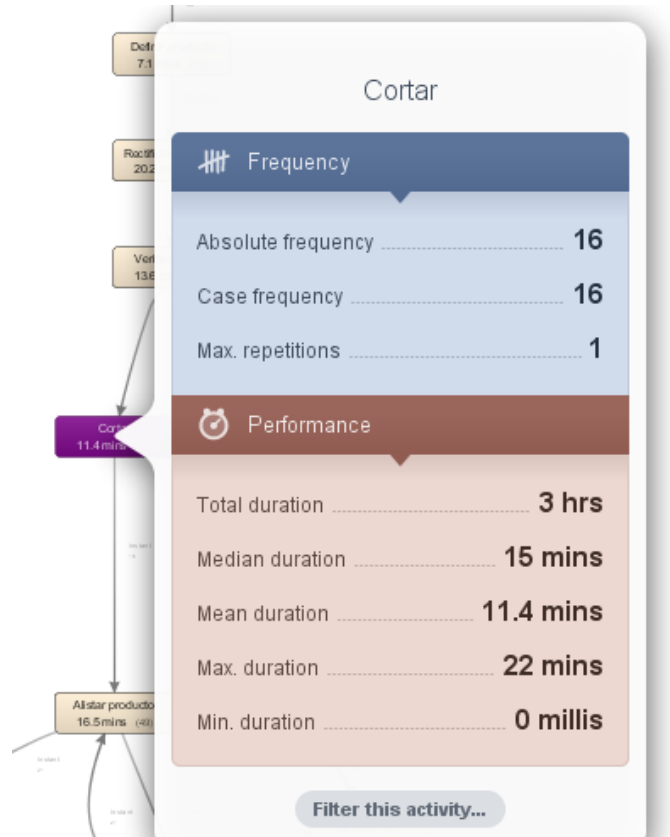
### 3. Iniciar importe de datos.

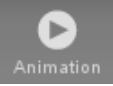


### 4. Utilizar la siguiente configuración para obtener duraciones promedio de las actividades y conectores entre estas, con un eje secundario con la frecuencia absoluta del número de órdenes.



5. Dar clic en las actividades o los conectores para acceder datos estadísticos, como duraciones máximas, mínimas y promedios.



6. Dar clic en  para iniciar la simulación del flujo de las órdenes en tiempo real.



**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 29-04-2019

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Mariana Elizabeth con número de identificación 1-445-0605 autor (a) del trabajo de graduación titulado Propuesta de mejora de la cadena de valor de la empresa Seviglass...

presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ing. Industrial;  (SI) / NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Firma y Documento de Identidad