



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación del TLS para reducir el índice de rechazos de
producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima,
2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Javier Bramón, Yéssica Susana (ORCID: 0000-0002-6623-5334)

Villegas Medina, Félix Miguel (ORCID: 0000-0002-9540-3130)

ASESOR:

Dr. Carrión Nin, José Luis (ORCID: 0000-0001-5801-565X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión de la Seguridad y Calidad

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios por habernos dado sabiduría, fortaleza y salud durante todos estos años para poder lograr nuestros objetivos. Asimismo, a nuestros padres, por su apoyo incondicional y sus consejos que nos motivan a seguir adelante, a pesar de las adversidades que puedan ocurrir.

Agradecimientos

Agradecemos al Ingeniero José Luis Carrión Nin por la orientación brindada para la presentación del proyecto de tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos.....	51
3.7. Aspectos éticos	51
IV. RESULTADOS	52
V. DISCUSIÓN.....	74
VI. CONCLUSIONES.....	78
VII. RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS	84

Índice de tablas

Tabla 1.	Expertos que dieron validez de los instrumentos de medición.....	15
Tabla 2.	Clientes principales	16
Tabla 3.	Procesos en la línea de producción.....	28
Tabla 4.	Fallos en la línea de producción.....	29
Tabla 5.	Fallas en los Procesos de Vidrio Templado.....	29
Tabla 6.	Identificación del Takt Time.....	30
Tabla 7.	Tiempos de ciclo - corte	31
Tabla 8.	Tiempos de ciclo - Pulido	31
Tabla 9.	Tiempos de ciclo - Entalle	32
Tabla 10.	Tiempos de ciclo - Lavado.....	32
Tabla 11.	Tiempos de ciclo - Templado.....	33
Tabla 12.	Metodología 5'S	35
Tabla 13.	Seiri - Clasificar	36
Tabla 14.	Seiton - Ordenar	37
Tabla 15.	Seiso - Limpiar.....	37
Tabla 16.	Seiketsu - Estandarización	38
Tabla 17.	Shitsuke - Disciplina	38
Tabla 18.	Aplicación de la metodología de la 5's	39
Tabla 19.	Auditoria de las 5's - Verificación.....	40
Tabla 20.	Análisis de modo de efecto y de falla (AMEF)	46
Tabla 21.	Índice de rechazos, control a través de DPM.....	47
Tabla 22.	5 ¿Por qué?.....	48
Tabla 23.	Reposiciones de M2 (Sep-dic) Pre-test.....	52
Tabla 24.	Fallas en los procesos Pre-test y Post-test	53
Tabla 25.	Formato Tack Time (Pre-test).....	57
Tabla 26.	Formato Takt Time (Post-test)	58
Tabla 27.	Formato de Cumplimiento de Entrega (Pre-test).....	59
Tabla 28.	Cumplimiento de entrega (post-test).....	60
Tabla 29.	Productos Rechazados (pre-test)	61
Tabla 30.	Productos Rechazados (Post-test)	62
Tabla 31.	Criterio de selección del estadígrafo.....	63
Tabla 32.	Prueba de normalidad variable TLS.....	64
Tabla 33.	Contrastación de la Hipótesis general.....	65
Tabla 34.	Prueba de muestras emparejadas	65
Tabla 35.	Análisis T- Student de la variable TLS	66

Tabla 36.	Prueba de normalidad Dimensión Cumplimiento de entrega	66
Tabla 37.	Estadísticos descriptivos	67
Tabla 38.	Análisis P-valor de la dimensión cumplimiento de entrega.....	68
Tabla 39.	Prueba de normalidad Dimensión Productos defectuosos	68
Tabla 40.	Contrastación de la hipótesis específica 2.	69
Tabla 41.	Prueba de muestras emparejadas de la dimensión productos defectuosos. 70	
Tabla 42.	Ingresos y egresos durante el periodo de estudio.....	71
Tabla 43.	Montos del flujo de caja del periodo.....	72

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Organigrama de la empresa templados Limatambo S.A.C.	16
<i>Figura 2.</i>	Mapa de proceso de Templados Limatambo S.A.C.....	17
<i>Figura 3.</i>	Proceso del área de corte.....	18
<i>Figura 4.</i>	Proceso del área de Pulido.....	19
<i>Figura 5.</i>	Proceso de entalle.....	20
<i>Figura 6.</i>	Proceso de pulido con forma.....	21
<i>Figura 7.</i>	Proceso de entalle skill glass.....	22
<i>Figura 8.</i>	Proceso del área de lavado.....	23
<i>Figura 9.</i>	TLS (Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma).	24
<i>Figura 10.</i>	Identificación de oportunidades de mejora.....	25
<i>Figura 11.</i>	Mapa del Flujo de Valor (VSM - Actual).....	26
<i>Figura 12.</i>	Árbol de realidad actual.....	28
<i>Figura 13.</i>	Círculo de Mejora de Procesos.....	34
<i>Figura 14.</i>	Categoría de impactos.....	41
<i>Figura 15.</i>	Criterios establecidos.....	42
<i>Figura 16.</i>	Figura Categoría de Impactos.....	44
<i>Figura 17.</i>	Matriz de Criticidad.....	45
<i>Figura 18.</i>	Cantidad de Productos rechazados vs Cantidad producida.....	47
<i>Figura 19.</i>	AFA (Árbol de Realidad Futura).....	49
<i>Figura 20.</i>	Mapa del Flujo de Valor (VSM - Futuro).....	50
<i>Figura 21.</i>	Reposiciones Pre Test (Setiembre - Diciembre).....	52
<i>Figura 22.</i>	Reposiciones en M2 (enero- marzo).....	55
<i>Figura 23.</i>	TIR (tasa interna de Retorno).....	73

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar como la integración de la teoría de restricciones, lean manufacturing y six sigma reducen la cantidad de rechazos de producción en la planta de vidrios templados Limatambo, Lima, 2021. La aplicación del value stream mapping ayudó a identificar la capacidad de producción y el tiempo de ciclo de cada proceso; las herramientas TOC ayudaron a identificar los procesos críticos, en donde se aplicó la mejora aplicando herramientas como las 5's, Amef y poka yoke. El tipo de investigación fue aplicada, enfoque cuantitativo, diseño experimental de tipo cuasi-experimental. La población de esta investigación fue la línea de producción de vidrios templados que cuenta con diversos tipos de acabados o colores. El estudio se realizó por un período de 16 semanas. Como resultado logrado el lead time se redujo de 8.514 a 4.513 días; con el cual el cumplimiento de entrega pasó de 86% a 95%. Además, con respecto al índice de rechazos de producción se logró una reducción de un 68.85% a un 31.15%. Aquí se pudo controlar la variabilidad de errores a través de defectos por millón de oportunidades, por lo que se redujo el nivel del Six Sigma desde 10% a 2% DPM.

Palabras clave: restricciones, lean manufacturing, six sigma, Amef, lead time.

Abstract

The objective of this research was to determine how the integration of the theory of restrictions, lean manufacturing and six sigma reduce the number of production rejections in the Limatambo tempered glass plant, Lima, 2021. The application of value stream mapping helped to identify the capacity of production and the cycle time of each process; the TOC tools helped to identify the critical processes, where the improvement was applied by applying tools such as the 5's, Amef and poka yoke. The type of research was applied, quantitative approach, experimental design of quasi-experimental type. The population of this investigation was the tempered glass production line that has various types of finishes or colors. The study was conducted for a period of 16 weeks. As a result, the lead time was reduced from 8,514 to 4,513 days; with which delivery compliance went from 86% to 95%. In addition, with respect to the rate of production rejections, a reduction from 68.85% to 31.15% was achieved. Here it was possible to control the variability of errors through defects per million opportunities, which is why the Six Sigma level was reduced from 10% to 2% DPM.

Keywords: restrictions, lean manufacturing, six sigma, Amef, lead time

I. INTRODUCCIÓN

Como contenido inicial de esta investigación se consideraron los aspectos relacionados al tema de estudio, el cual fueron las metodologías relacionadas con la teoría de restricciones, el lean manufacturing y el six sigma su importancia de estos temas en los diferentes niveles de estudio. La formulación de la pregunta de investigación, la definición de las justificaciones, así como los objetivos e hipótesis.

Hoy en día las grandes, medianas y pequeñas empresas enfrentan retos y cambios constantes con el avance tecnológico que siempre va de la mano con la ciencia, además, la alta competencia del mercado que hace que varias de las organizaciones se adapten a las necesidades de lo que el cliente requiere, y es así como tienen que ser capaces de ser flexibles.

Gil (2008) indicó que existen estudios que indican que el 96% de los clientes que se sienten insatisfechos, por lo general no se quejan, al contrario, se van y ya no regresan, los clientes que quedan muy satisfechos suelen comentar su satisfacción a tres o menos personas. Por lo contrario, los clientes insatisfechos comentan su inexperiencia a nueve o más personas. [...]. En tal sentido, el cliente tiene un valor incalculable para la empresa de por vida, por lo que, el cliente consume de lo que se vende, en toda su existencia. (p.19).

Es por ello, que las organizaciones constantemente deben hacer cambios en sus procesos, lo que conlleva a que elimine todo aquello que no le suma valor al producto y genera desperdicios, es decir optimizar todos los recursos en cada uno de sus procesos para ofrecer una mejor calidad. Por ello, la competencia entre las empresas es cada vez mayor, prestando mayor interés en que se mejore cada cierto tiempo la calidad de cada uno de sus productos, para que así sean más competitivos en el mercado.

Al respecto Theodore (2018) manifestó que la integración de metodologías de calidad tales como teoría de restricciones, lean manufacturing y six sigma, generan una retribución de 10 a 1 de inversión, debido a que, la cantidad de cuellos de botella, tiempos muertos y despilfarro es una secuencia de mejora continua (p.11).

Además, Martínez (2006) mencionó que una empresa innovadora se adapta a los cambios para que estos cambios se produzcan de prisa [...], enfrentar a los

problemas que surgen de una forma estratégica y creativa, con la finalidad de mantener al cliente satisfecho, con un excelente servicio, con la calidad de cada uno de sus productos y procesos, de esta manera ser competitivos con las empresas a nivel global (p.107).

La presente investigación se basa en filosofías de mejora continua modernas tales como la teoría de restricciones (TOC), lean manufacturing y six sigma, de las cuales han sido aplicadas exitosamente en diferentes tipos de industrias desde las más reconocidas, hasta las micro empresas.

En tal sentido, el problema de la investigación que se encontró fue: ¿En qué medida la aplicación del TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021?

Los problemas específicos aplicados en la investigación fueron los siguientes:

- ¿En qué medida la aplicación del TLS incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en Templados Limatambo, Lima, 2021?
- ¿En qué medida la aplicación del TLS reduce la cantidad de productos defectuosos en Templados Limatambo, Lima, 2021?

El estudio de la presente investigación está justificado de manera teórica, puesto a que tiene el único propósito de aportar conocimiento del marco conceptual de la integración de 3 metodologías de mejora continua, tales como Toc (teoría de restricciones), lean manufacturing y six sigma, para que de esta forma influya en la reducción de productos rechazados.

Por otro lado, se justificó de manera metodológica, puesto a que servirá para futuras investigaciones de variables similares por la calidad de mezclar y adaptar la metodología de mejoras continuas modernas, a empresas que tienen producciones en masa considerables.

Finalmente, tuvo una justificación práctica, puesto a que se reducirá la cantidad de productos rechazados, mejorando indicadores como el cumplimiento de entrega y la cantidad de productos defectuosos.

El presente proyecto de tesis tuvo como objetivo determinar si la aplicación del TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021. De esta manera, se logrará que el cliente sienta un grado de seguridad aceptable al momento de recibir su producto. También

se resalta la importancia de una buena entrega del producto, ya que logra la fidelización del comprador.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar si la aplicación del TLS incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.
- Establecer si la aplicación del TLS reduce la cantidad de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Por otro lado, el presente proyecto de tesis tuvo cómo hipótesis general planteada: La aplicación del TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Las hipótesis específicas fueron:

- La aplicación del TLS incrementa el cumplimiento de entrega en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.
- La aplicación del TLS reduce la cantidad de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se muestran estudios realizados que resultará de apoyo en toda la ejecución de las herramientas en la investigación, las cuales se detallarán en dos partes, en primera instancia mencionaremos las investigaciones nacionales y consecuente se mencionarán las investigaciones internacionales que están desarrolladas con las variables que nos estamos enfocando en la investigación.

Con respecto a las investigaciones nacionales considerados como antecedentes se consideró estudios como los de Murillo (2020) quien estudió el efecto de la aplicación de Lean Six Sigma enfocado en reducir el tiempo de entrega en el proceso de calibración del Servicio de Electrónica (SELEC) de la F.A.P. Utilizó como muestra 21 registros de calibración teniendo en cuenta la desviación estándar en las mediciones de 0.11 horas y un intervalo de confianza del 95%. Como resultado del estudio él concluyó que la metodología Lean Six Sigma (LSS) significó para el Servicio de Electrónica (SELEC) de la F.A.P. una disminución en el tiempo de entrega de 32 horas a 18 horas en el proceso de calibración, incluyendo una reducción de la tasa de incumplimiento en la entrega de instrumentos calibrados de 55,80% a 15%. Así mismo, el autor recomendó que en el futuro se analice otras herramientas de la metodología LSS que podrían seleccionarse; para nuevos proyectos de reducción de tiempo que se puedan implementar más adelante.

López (2017) estudió: “el efecto de la implementación de TLS para mejorar la productividad en la planta de procesos de la Corporación Miyasato S.A.C”. El investigador, utilizó como muestra a la línea de templado de la división de vidrios arquitectura de la Corporación Miyasato S.A.C. Como término del estudio se concluyó que con la implementación del modelo de Gestión TLS, logró a incrementar la productividad, además se pudo reducir la merma, de 6.4% a 4.3% en promedio y redujo también el Lead Time productivo de 9 días a 4 días, reduciendo más del 50%. Así mismo López (2017) recomendó que en el futuro la implementación de iTLS™ se podrá reducir la merma con la implementación de herramientas de ingeniería y con programación con un buffer reduce el lead Time, esto permitirá mantener el control de los pedidos y la satisfacción del consumidor.

Bazán (2020) estudió: “Un modelo integrado de Lean, Six Sigma y Teoría de Restricciones aplicado a la industria peruana de muebles de madera”. Al aplicar en

su proyecto de investigación como muestra la línea de producción de muebles de madera del cono sur, ya que es ahí donde se desarrollan la mayoría de pequeñas empresas dedicadas a este rubro maderero. Como resultado del estudio se concluyó que se pudo reducir en 5% el tiempo producción de muebles y se reflejó en el aumento del índice de capacidad y es así como se eleva el Six sigma a 4, esto significó que el proceso de producción fue capaz de fabricar muebles en el tiempo especificado y darles atención a los clientes en un tiempo prometido. Así mismo, los autores recomendaron para las futuras investigaciones la reasignación de recursos sea en toda la línea de procesos, de esta manera se puede asegurar que el porcentaje % de uso de operadores en otras actividades de las empresas no sea bajo, ya que representa mano de obra improductiva.

Estrada (2018) estudió “La Implementación del modelo integrado TOC – LEAN para la mejora de los indicadores de gestión en el departamento de licitaciones de una empresa del sector consultoría y construcción”. El autor utilizó como muestra a la empresa, contando con cada uno de los departamentos, áreas que complementan y de los proyectos que ejecuta la empresa en estudio. También, se consiguió un resultado del estudio en el que se llegó a la conclusión que la implementación del TOC–Lean, se mejoró los indicadores de gestión en el departamento de licitaciones de la empresa, además se pudo incrementar en un 40% los ingresos, generando solvencia de dinero a través de las ventas, así se llegó a controlar los inventarios y los gastos de operación. Así mismo, recomendó plasmar el modelo integrado TOC-lean en todas las áreas de la consultoría en estudio y procesos de los proyectos.

Espinoza (2018) estudió: “Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la línea de ensamble del proceso de producción de grupos electrógenos utilizando las herramientas de la metodología TLS (Teoría de las restricciones “TOC” – Lean Manufacturing – Six Sigma)”. Para su investigación, el autor tuvo como muestra la línea de ensamble de grupos electrógenos. Como resultado del estudio es que se incrementó el % VA para Ges insonoros de (15.40% a un 82.40%) y para GE, los estándares de (12.82% a 64.55%) lo que provoca una reducción de tiempo de entrega al cliente. También concluyó que, si es posible combinar las tres técnicas metodológicas como son, TOC, Lean Manufacturing y Six Sigma, con estas se pudo

obtener resultados aceptables, ya que se pudo conseguir la reducción de tiempo de entrega en el proceso de la de ensamblaje de (2860 min a 627 min), para GE insonoros y de 2660 min a 592 min para GE estándares. Así mismo el autor recomendó que en el futuro la capacitación al personal es de elemental importancia para mantener la mejora continua en los procesos, además registrar la información es muy importante para que los proyectos de mejora subsistan con la ayuda de una adecuada gestión de información.

En el ámbito internacional, las investigaciones en base a gestión en producción, uno de los modelos más destacados es la teoría de restricciones (TOC), también, siguen aumentando las empresas que implementan Lean Manufacturing y en consiguiente, Six Sigma que controla la variabilidad de las mejoras y reducción de defectos en los procesos, pero hace muy poco tiempo las investigaciones se centraron en la integración de estas tres herramientas enfocadas en la calidad.

Pérez (2016) realizó el estudio: "El impacto de Lean Six Sigma en organizaciones latinoamericanas y sus factores críticos de éxito". Para su investigación, el autor tuvo como muestra organizaciones de distintos ámbitos productivos, en países latinoamericanos que pudieran tener en común la aplicación de las herramientas de calidad basados en las metodologías (Lean-Six Sigma) al menos en 1 año de antigüedad, para que de esta forma poder ver el control que tienen las empresas sobre sus mejoras. Al implementar, las metodologías (Lean - Six Sigma) se logró un impacto en reducción de los costos operativos de (45% a un 23%), de tiempos de entrega en 3 días y la reducción en gran escala de todas las fallas en los procesos, productos y atención a los clientes a través de un buen servicio. Por último, propone una reflexión sobre la nueva percepción de estas metodologías de calidad, dando a conocer que pueden ser enfocadas para nuevos proyectos de investigación.

Montoya (2017) estudió: "Evaluación de la aplicación producir para disponibilidad (M.T.A) de teoría de restricciones en la empresa Latexport S.A.S". En su estudio, el autor tuvo como objeto de estudio el área de almacén de la empresa indicada. Detalló que TOC permite ver resultados inmediatos para hacer una evaluación a corto plazo, también para tomar acciones correctivas o

preventivas de un indicador determinado, para mejorar las actividades y así poder hacer cambios de acuerdo al mejoramiento continuo.

Hernández (2019) estudió: “Diseño de propuestas de mejoramiento del área de ensamble y empaquetado de la empresa ideas metálicas LTDA mediante la metodología de las 5s y la gestión visual”. Los investigadores mencionan que, para tener como objetivo la implementación de las 5s, se debe crear un ambiente de respeto hacia las políticas de la empresa, también mencionan que para que el plan cumpla sus objetivos, utilizó la metodología del ciclo PHVA para asegurar el mejoramiento continuo. Así mismo, recomiendan ejecutar la herramienta de calidad 5s para poder así lograr cambios significativos.

Añaguari (2016) estudió: Integración Lean Manufacturing y seis Sigma. Aplicación Pymes. La Investigadora menciona que se llega a cumplir con los objetivos de la investigación demostrando que la integración de Lean y Six Sigma si es posible mediante el DMAIC para cada una de las fases del proyecto y adecuarlo a lo que requiere la empresa. Además, recomienda que Lean Six Sigma requiere analizar un sistema para poder aplicar cualquier herramienta, antes de implementarla se necesita realizar un análisis de las variables de entrada y salida que forman parte del proceso.

Cabrera (2017) estudió: “Desarrollo e implementación de una nueva metodología para la integración de Lean Six Sigma/Teoría de Restricciones en una línea de producción de bajo volumen alta mezcla”. la metodología TLS ayudó a dar un gran índice positivo en la productividad en la línea de producción con procesos distintos, al implementar la metodología en la línea de motores resultó exitoso a través de la productividad incrementando 2 dígitos en las líneas de producción, dónde se aplicó la metodología. Se llegó a la conclusión que la eficiencia de (1.850 lámparas/persona a 2.250 lámparas por/ persona), es decir mejoró el 21%. En cuanto a la productividad hizo que los operarios encargados de la ejecución de sus labores de (9 persona se redujo a 4 personas), mejorando el 55,4%, en cuánto a la reducción de espacio de 3 líneas de producción a 0.5, mejorando un 83,3% y por último en cuánto al inventario se redujo de (14 lámparas a 4 lámparas) logrando una gran rotación. Mejorando el 71%, todo esto debido a la correcta implementación de la metodología TLS. Para poder desarrollar la investigación, las limitaciones fueron pocas, dando a entender que los recursos para poder realizar los análisis en

las líneas de producción fueron extensos, lo que expeditó el impacto en el resultado. Además, recomienda que el personal de la empresa participe, ya que ayuda a puedan culminar sus proyectos cooperativamente.

En tal sentido, la aplicación del proyecto tesis busca cautelosamente aplicar la integración herramientas de calidad tales cómo Teoría de restricciones (TOC), Lean Manufacturing (LM), y Six Sigma (6σ) buscando reducir el índice de producto defectuosos en la línea de producción de la planta de vidrios. Así mismo, se desea estimar que la mejora en el índice de rechazos de producción se relaciona con la reducción de días del cumplimiento de entrega al cliente desde el momento que compra el producto y la reducción del Lead Time (tiempo de espera) en la producción de los vidrios templados Limatambo S.A.C.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación se sustentó en la aplicación de teorías con la finalidad de solucionar diversas problemáticas. Según Valderrama (2014) el presente trabajo fue aplicado ya que demuestra que medio de teorías de mejora continua tales como (Toc, Lean y Six Sigma) es posible solucionar la problemática de los cuellos de botella encontrados en la empresa, así poder cumplir con los objetivos planteados en nuestra investigación.

Además, el fin de la investigación aplicada es el estudio de un problema destinado a la acción, además aporta hechos renovadores. Si la investigación se proyecta suficientemente bien aplicada, de tal forma que se confía en los hechos puestos al descubierto, la información nueva podría ser confiable y aceptable para la teoría. (Baena, 2014, p.11). Nuestro proyecto de investigación tuvo como finalidad aportar nuevas ideas para cumplir con los objetivos proyectados, es decir disminuir el índice de productos rechazados.

Enfoque de la investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativo. “Los planteamientos de enfoque cuantitativo, tienen una gran derivación de la literatura y corresponden al grupo de objetos de investigación, como: evaluar cada una de las variaciones, dar a conocer las tendencias, identificar diferencias, medir con indicadores los resultados y probar teorías para así poner a prueba las afirmaciones planteadas” (Hernández, et al. 2014, p.36).

Para nuestra investigación vamos evaluar la aplicación del TLS para así llegar a los resultados identificando los problemas que se presenten, con la finalidad de disminuir el índice de productos rechazados.

Diseño de la investigación

Tuvo un diseño experimental de tipo cuasi-experimental. En esta investigación existe un control la variable independiente al cual aplica un estímulo (TOC; Lean Six Sigma) para determinar su resultado favorable en la variable dependiente (Cumplimiento de entrega y reducción de la cantidad de productos rechazados),

aplicándose una pre-prueba (antes, sin estímulo) y post prueba (después de aplicar el estímulo).

En tal sentido Valderrama (2014) manifestó que se le conoce “diseño cuasi-experimental debido a que si nos fijamos detenidamente opera en las variables independientes tal es el caso de nuestra variable en estudio, con esto se logra ver el grado de relación con la variable independiente a través de resultados estadísticos” (p.65)

El diagrama del diseño utilizado fue el siguiente:

G.E. (O₁ X O₂)

Dónde:

G.E: Grupo Experimental

O1: Pre-test (Ex ante)

O2: Post-test (Ex post)

X: Variable Independiente

Alcance de la Investigación

Nuestra investigación es de alcance explicativo ya que, según Hernández et al. (2014) mencionaron que su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (p.95).

Según lo mencionado, nuestro proyecto de investigación se basa en explicar del por qué se produce el índice de productos rechazados y como la teoría de restricciones (TOC), Lean, Six Sigma darán solución, relacionándose entre sí.

3.2. Variables y operacionalización

Para el desarrollo de este estudio se consideró dos variables, cuyo detalle de los mismos se encuentra en la matriz de operacionalización del anexo 1. Estos también se describen en seguida:

1. Variable independiente: TOC, Lean Manufacturing, Six Sigma (TLS)

Definición conceptual

Bob (2019) indicó que la integración de la teoría de restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma, son aquellas técnicas y metodologías que poseen un solo giro de tres enfoques en pasos de integración, teniendo como finalidad (reducir el tiempo de entrega, controlar los cuellos de botella, las mermas y controlar el proceso basado en la de variabilidad de sigma, esta entrega de productos en buenas condiciones y normativas de calidad, provoca el nivel de satisfacción por parte del cliente, aumentando su confianza (p.34).

Definición operacional

La metodología TLS que integran las Toc, Lean y Six Sigma, fueron medidos aplicando los 6 pasos de la integración entre estos; los mismos que emplearon las siguientes dimensiones para obtener información para su medición:

Dimensión 1: movilizar y enfocar

Indicador:

- $VSM (\%) = \text{capacidad proyectada} \times \text{tiempo real de trabajo} / \text{tiempo teórico de trabajo}$

Dimensión 2: decidir cómo explotar la restricción

Indicador:

- $Takt\ time (\%) = \text{tiempo neto disponible} / \text{demanda}$

Dimensión 3: eliminar las fuentes de residuo de la restricción (5's)

Indicador:

- $\text{Cumplimiento } 5's (\%) = \text{puntaje obtenido} / \text{puntaje total}$

Dimensión 4: Controlar decidir cómo explotar la restricción

Indicador:

- $Takt\ time (\%) = \text{tiempo neto disponible} / \text{demanda}$

Dimensión 5: Eliminar la restricción y estabilizar

Indicador:

- $\text{Poka yoke} (\%) = \text{productos producidos dentro del tiempo de entrega} / \text{pedidos totales}$

Dimensión 6: Mapa de flujo de valor (propuesto)

Indicador:

- $VSM \text{ futuro } (\%) = \text{capacidad proyectada} \times \text{tiempo real de trabajo} / \text{tiempo teórico de trabajo}$

2. Variable dependiente: Índice de rechazos de producción

Definición conceptual

Valencia (2014) manifestó que “los rechazos desde producción, se debe tomar en cuenta que está enlazado con el cumplimiento de entrega y los productos defectuosos. La aprobación del cliente es sin duda el primero de los puntos a resolver debido a ser este el punto inicial de la cadena de procesos y la manera de entregar un buen servicio es a través de los despachos ofrecidos al plazo determinado (p. 33).

Definición operacional

Entrega de los productos terminados al cliente (órdenes programadas, Ordenes Incumplidas). Para realizar la identificación de las causas de los productos rechazados, analizaremos en primer lugar el cumplimiento de entrega y después la cantidad de productos defectuosos

Dimensión 1: cumplimiento de entrega

Indicador:

- $\text{Cumplimiento } (\%) = \frac{\text{ordenes programadas} - \text{ordenes incumplidas}}{\text{ordenes Programadas}}$

Dimensión 2: Productos defectuosos

Indicador:

- $\text{Defectos por millón } (\%) = \frac{\text{cantidad de productos rechazados}}{\text{cantidad producida}}$

La de escala de medición que se usó para la medición de las variables fue el de tipo Razón. Debido a que se usaron datos y resultados de tipo porcentual con enteros y decimales.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Al respecto de lo mencionado por Hernández et al. (2014) quienes indicaron que la población es el grupo de productos, personas, servicios, objetos, que comparten similares características y que pueden ser medibles (finitos) o cuando no se pueden medir (infinitos) (p. 174). En tal sentido, la población está determinada por las órdenes de producción de los 7 tipos de vidrios templados en la empresa Templados Limatambo, efectuados en un período 8 meses.

Criterio de inclusión: Se recopiló información de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2020 y así mismo del mes de enero, febrero, marzo y abril del 2021.

Criterio de exclusión: No se recopiló información de los meses anteriores a septiembre del 2020 y tampoco los meses después de abril del 2021.

La población estuvo compuesta por las órdenes de producción de los 7 tipos de vidrios templados las cuales son: Incoloro, Bronce, Priva Blue, dark blue, bronce, gris humo, ultra claro por lo que la población serán todas las órdenes de producción, la cual consiste en la cantidad de vidrios producidos, comprendidos del mes de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2020 y como medición post test se consideró la producción de los meses de enero a abril 2021.

Muestra

Por otro lado, para nuestra muestra, Caballero (2014) indicó que la muestra se puede definir como parte de la población, la cuál puede ser una parte representativa y de calidad de la población o en algunos casos, es similar a la población para realizar una medición más certera, esta muestra muchas veces se obtiene mediante una fórmula y mientras mayor calidad tenga la misma será más precisa (p. 230) Para esta investigación, la muestra será igual a la población, la cual consiste en las órdenes de producción de los 7 tipos de vidrios templados las cuales son: Incoloro, Bronce, Priva Blue, dark blue, bronce, gris humo, ultra claro en un periodo de 8 meses

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Se entenderá por técnica de investigación, en la forma particular de obtener información. [...] la aplicación de una técnica nos lleva a la recolección de información, donde debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente (Arias, 2012, p.68).

La recolección de los datos, basados en los resultados son calculados a través del sistema ERP – Spring, donde se registra diariamente la producción tanto buena, como defectuosa, por lo que se analizará en un rango de 8 meses, 16 semanas antes y 16 semanas después de la implementación de nuestra variable independiente.

Instrumentos

Arias (2012) mencionó que un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital, que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información (p.68).

- **Ficha A:** Formato de Takt Time, ayudará a determinar el tiempo neto disponible sobre la demanda (ver anexo9).
- **Ficha B:** Formato de cumplimiento de entrega, ayudará a determinar las órdenes programadas, órdenes cumplidas y el porcentaje de cumplimiento. (ver anexo 10).
- **Ficha C:** Formato de productos defectuosos, ayudará a determinar la cantidad de productos rechazados, la cantidad producida y la cantidad de defectos. (ver anexo 11).

Validez del instrumento de medición

La validez es una cualidad del instrumento según la cual este sirve para medir la variable que se busca medir, es decir debe ser el instrumento preciso, el adecuado. Según esta cualidad, un instrumento (pregunta o ítem) “mide o describe” lo que se espera que mida o describa ni más ni menos (Niño, 2019, p.89).

Para validar nuestros instrumentos propuestos para la recolección de datos, mediante el juicio de expertos se encargó a 3 docentes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad César vallejo. Estos documentos de validez se muestran en el anexo 13, anexo 14 y anexo 15.

Tabla 1. *Expertos que dieron validez de los instrumentos de medición*

Especialistas	Pertinencia	Relevancia	Claridad	resultado
Dr. Panta Salazar Javier Francisco	SI	SI	SI	Aplicable
Mg. Cerna Guarnique, Betsy Roxana Lourdes	SI	SI	SI	Aplicable
Dr. Carrión Nin, José Luis	SI	SI	SI	Aplicable

3.5. Procedimientos

Situación actual de la empresa

Templados Limatambo S.A.C, nace en el año 2013, como respuesta a la necesidad de abastecer los requerimientos de vidrios templados en la industria de la construcción e industria en general. Desde sus inicios se desarrollan de acuerdo a una política de innovación tecnológica y superación profesional de sus trabajadores lo que permite satisfacer las necesidades de sus clientes.

Ofrece al mercado, vidrios templados de alta seguridad, que consta en la transformación del vidrio crudo mediante los procesos de calentamiento y enfriamiento, ayudando a que su resistencia estructural sea aceptable y al impacto hasta 6 veces más que el vidrio primario.

Actividades

Las actividades que realiza la empresa Templados Limatambo es, vidrios templados de alta seguridad, que consta en la transformación del vidrio crudo pasando por los procesos de calentamiento y enfriamiento, ayudando así su resistencia estructural y al impacto hasta 6 veces más que el vidrio primario.

Clientes o mercado objetivo

Los clientes continuos que aportan mayores ingresos o aquellos que tienen mayor volumen de compra de los productos que ofrece la empresa son los siguientes:

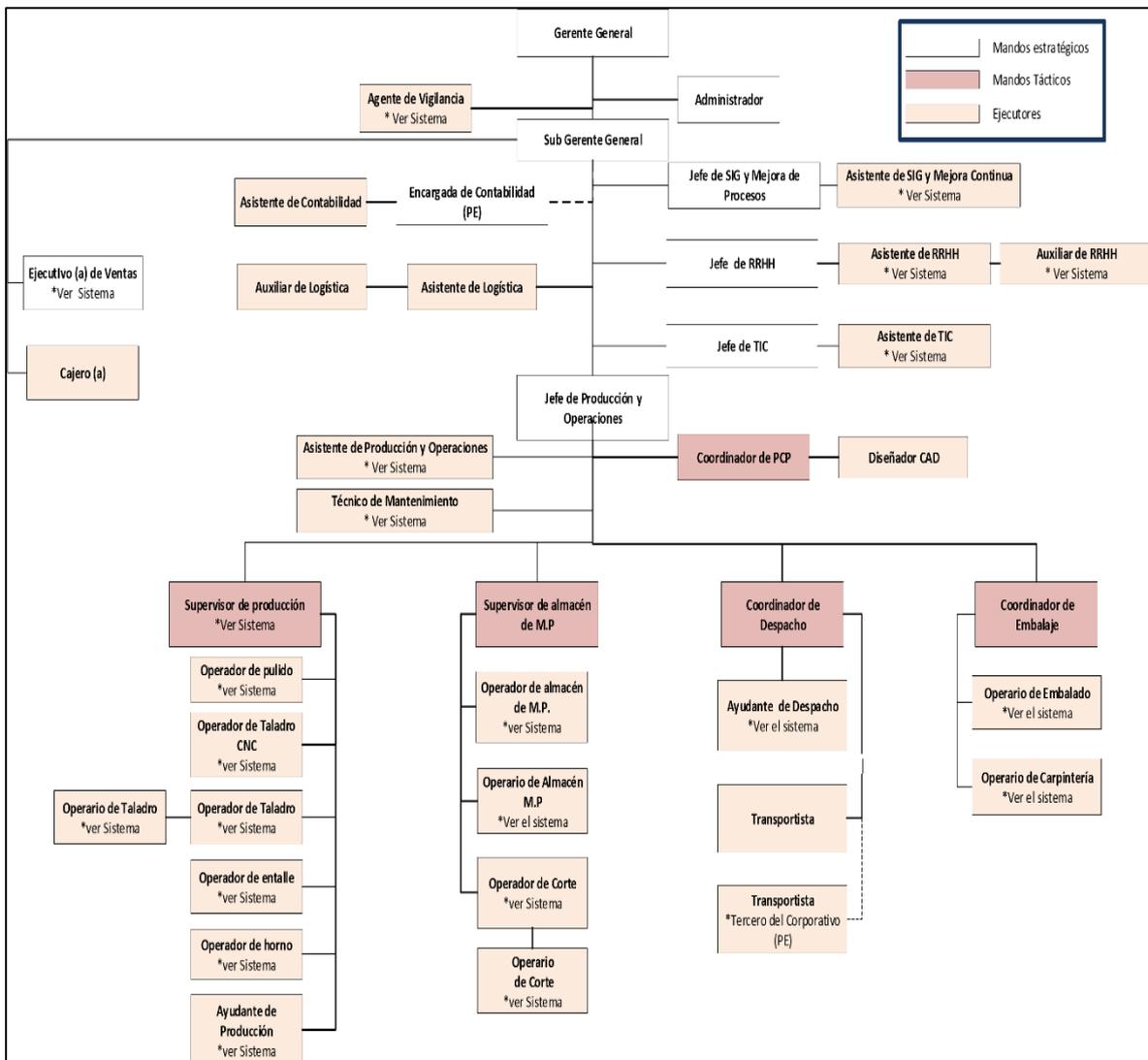
Tabla 2. *Cientes principales*

Clientes	
1	Grupo AGV S.A.C
2	Proyectos y decoraciones Estela
3	Inversiones Sagitario S.A.C
4	Corporación hermanos Monroy

Fuente: Elaboración propia.

Organización: La empresa templados Limatambo está organizada de la siguiente manera:

Figura 1. Organigrama de la empresa templados Limatambo S.A.C.



Fuente: Elaborado por la empresa Templados Limatambo S.A.C

Visión

Ser los líderes especialistas del vidrio templado en el sector construcción y aliado de los grandes maestros instaladores, ayudándolos así, a vincular a las personas con los paisajes urbanos.

Misión

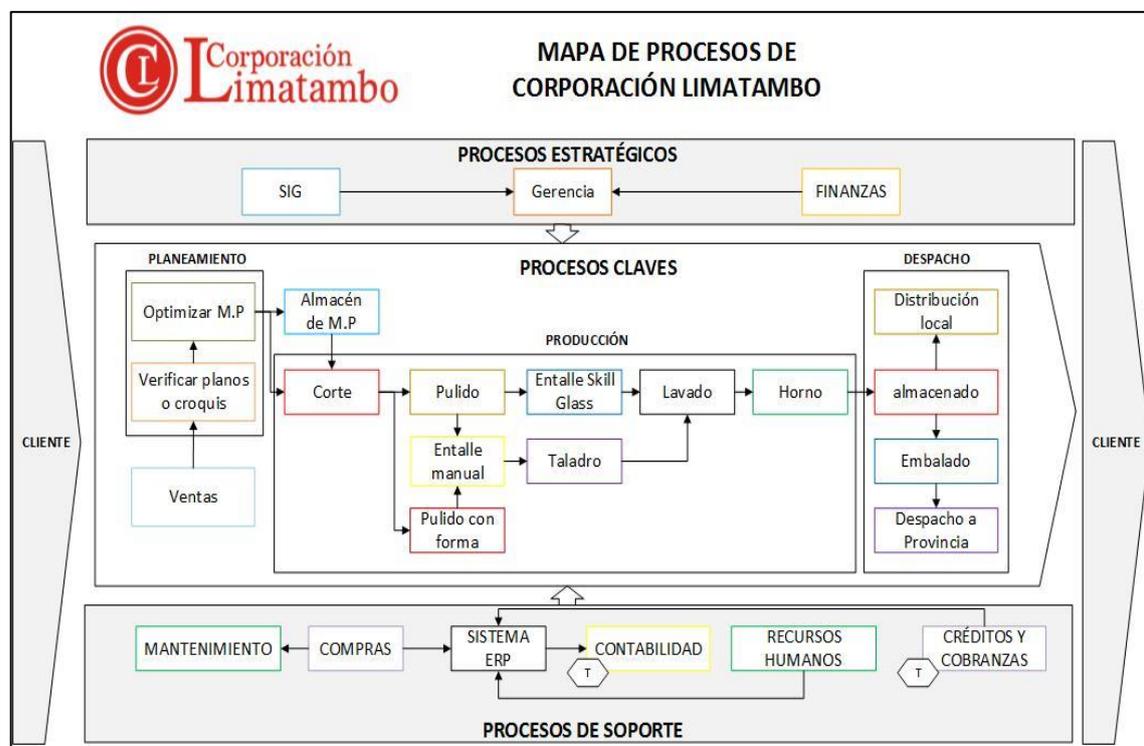
Satisfacer las necesidades de sus clientes, dando soluciones arquitectónicas a través de nuestros vidrios templados y su gama de accesorios, garantizando así la elegancia, Calidad, mejor tiempo de entrega y precios altamente competitivos. Manteniendo una política de atención personalizada, Tecnología, Innovación, Desarrollo, Imagen corporativa, satisfacción de nuestro talento humano y post Venta.

Política de la calidad

Comprometido con el mercado peruano, en brindar vidrios templados de seguridad, siendo una alternativa para los proyectos de instalación. Ofreciendo calidad elegancia y precios competitivos a través de una excelente calidad de atención

Mapa de procesos

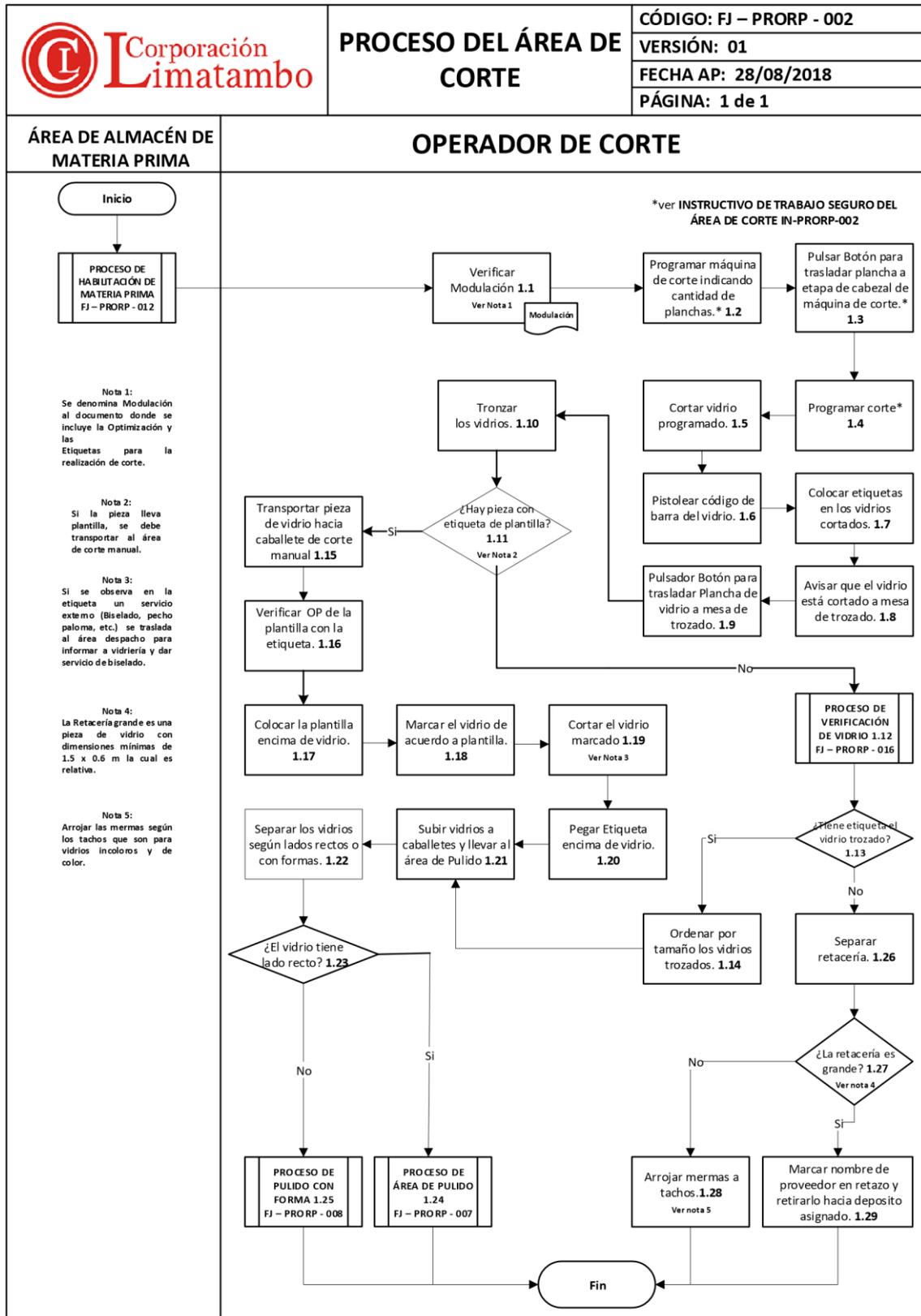
Figura 2. Mapa de proceso de Templados Limatambo S.A.C



Fuente: Elaborado por la empresa.

Proceso de corte

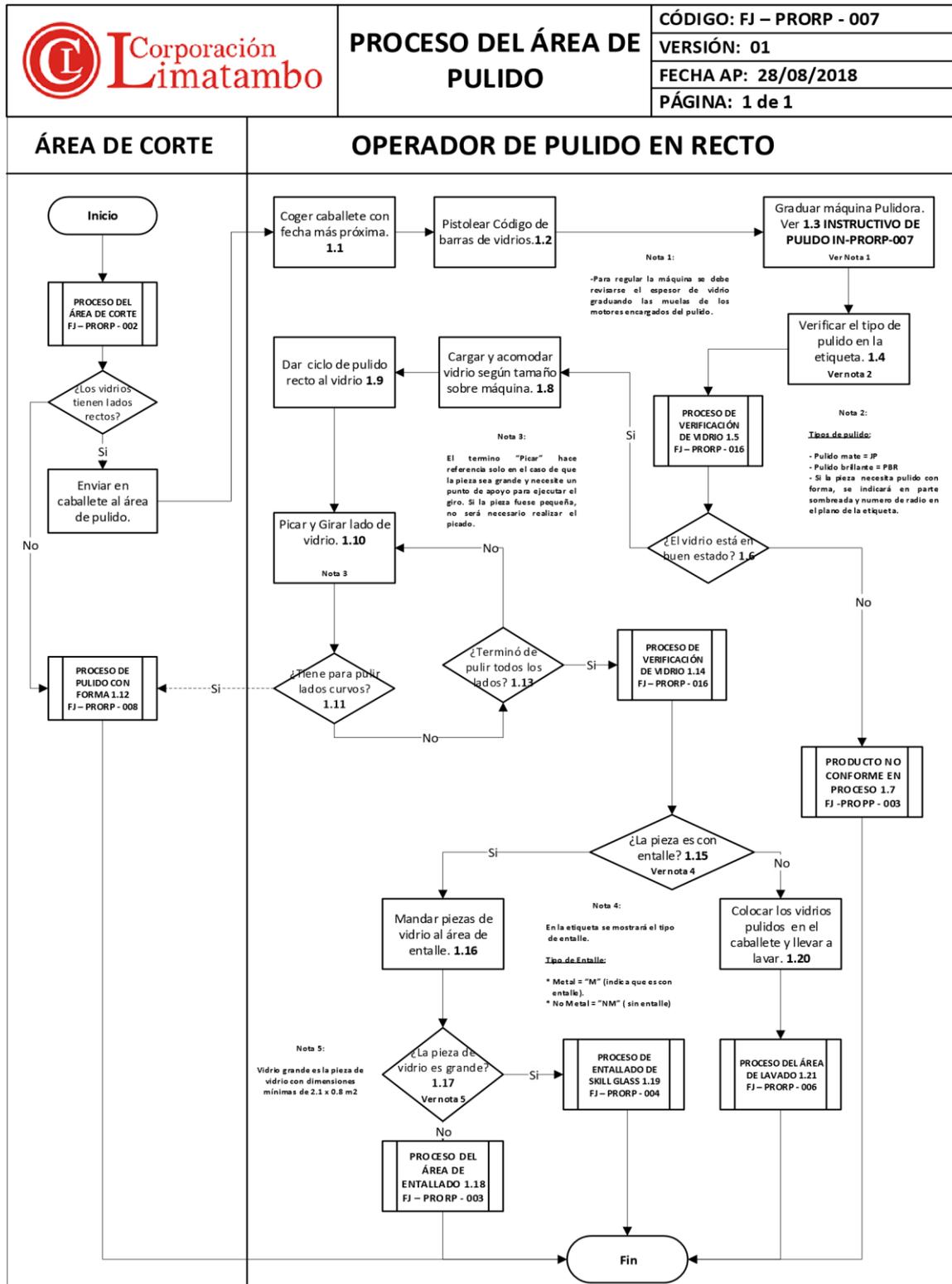
Figura 3. Proceso del área de corte.



Fuente: Elaborado por la empresa.

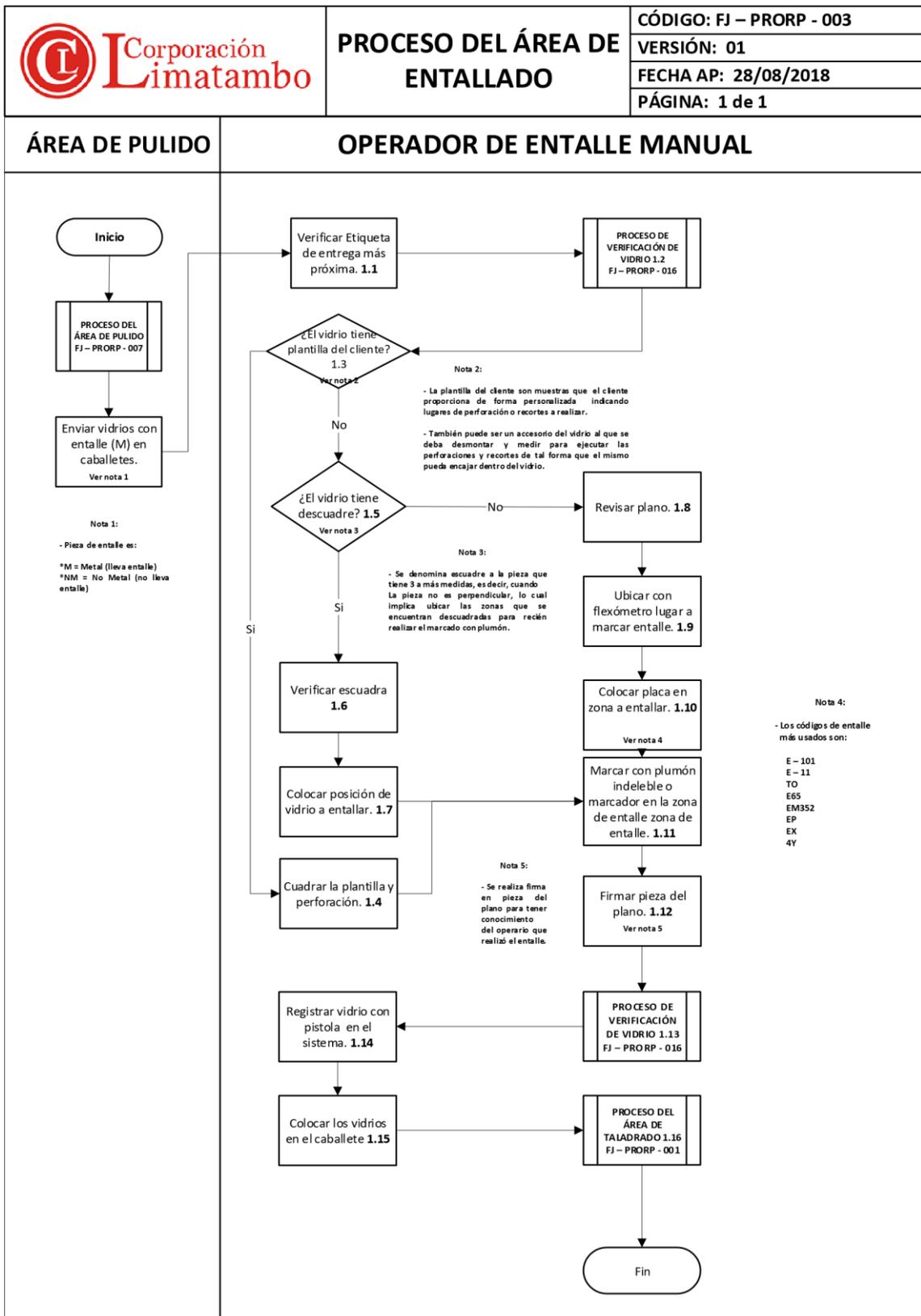
Proceso del área de pulido

Figura 4. Proceso del área de Pulido



Proceso del área de entallado

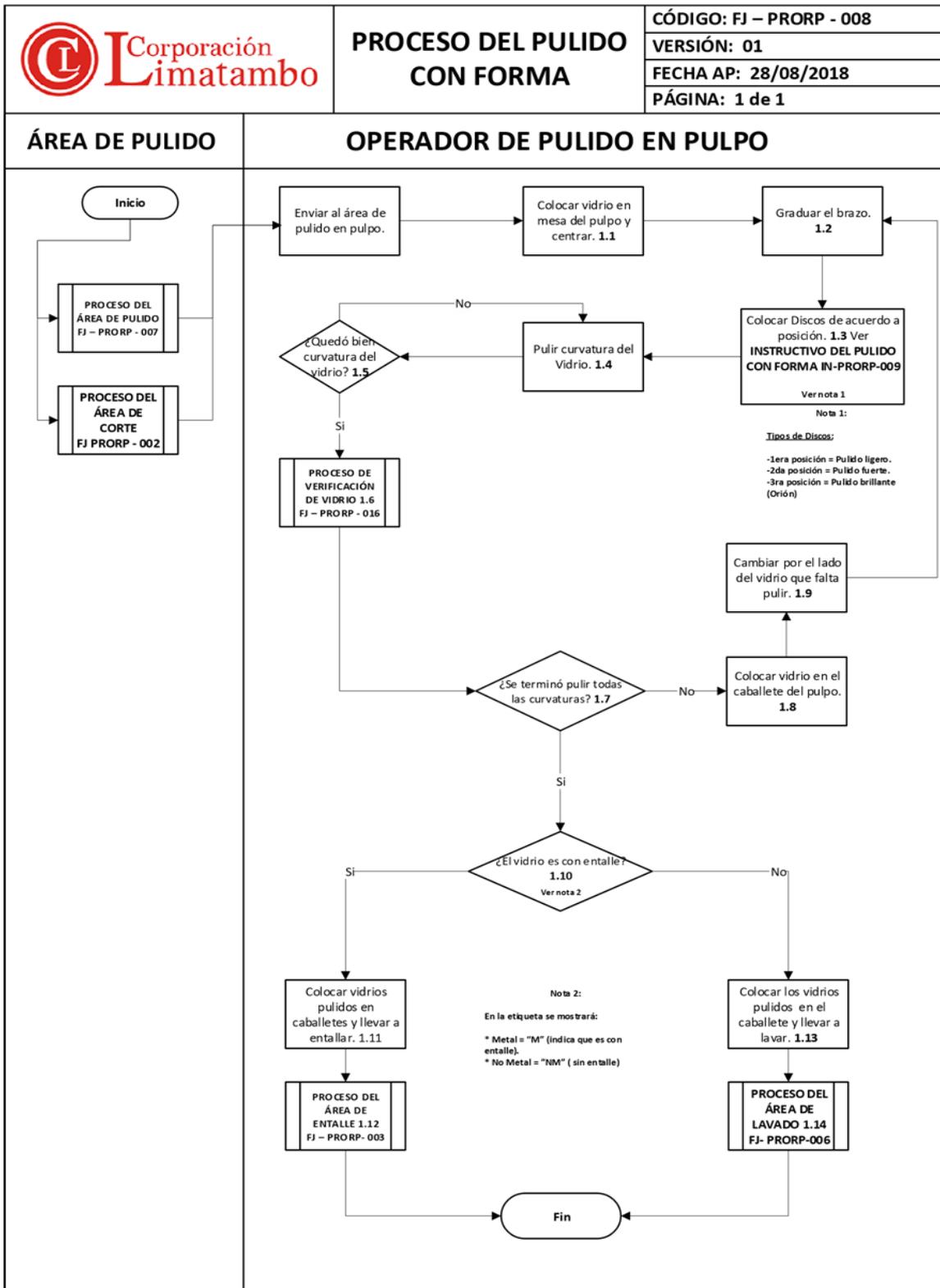
Figura 5. Proceso de entalle



Fuente: Elaborado por la empresa

Proceso del pulido con forma

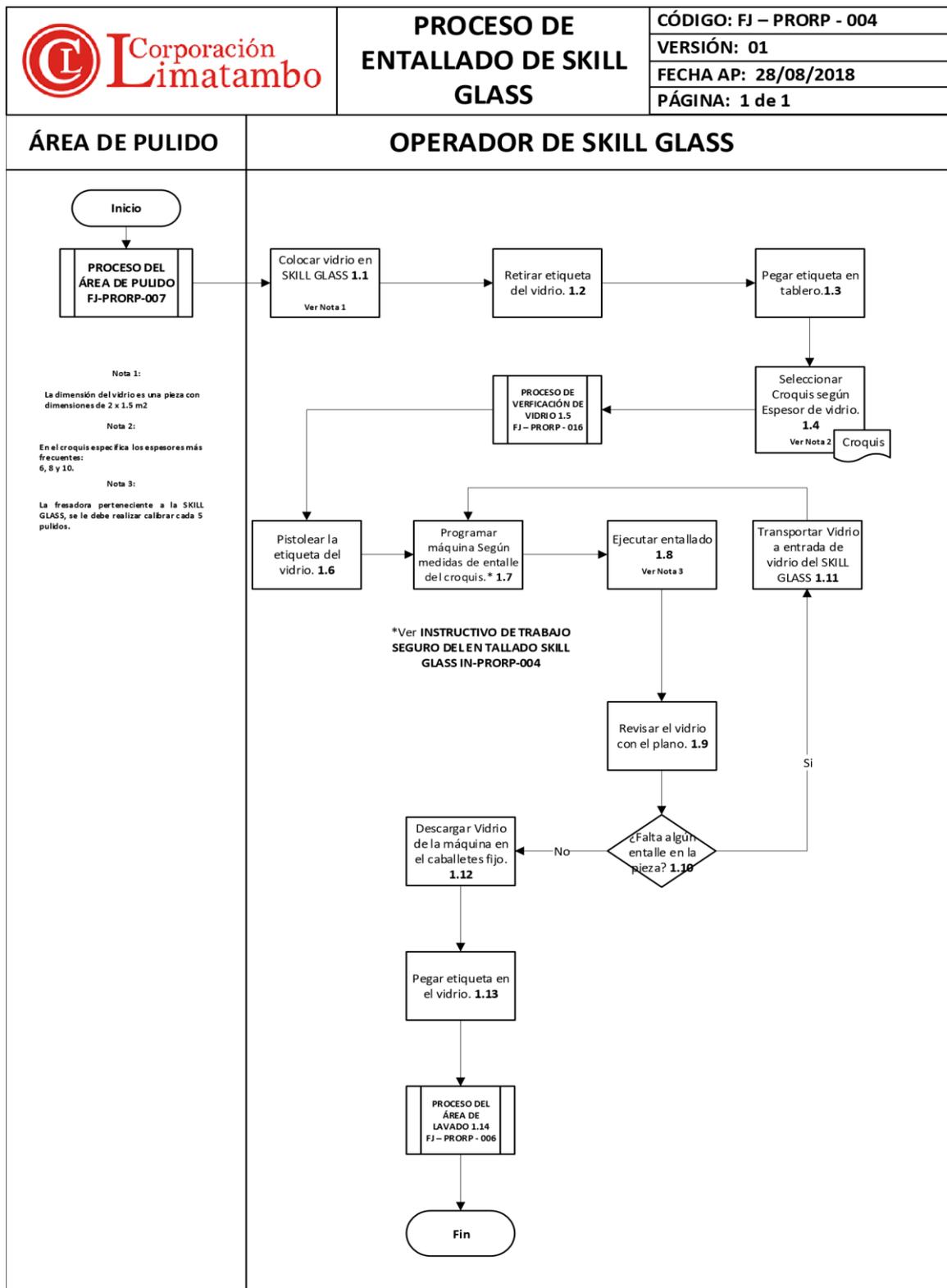
Figura 6. Proceso de pulido con forma



Fuente: Elaborado por la empresa.

Proceso de entalle skill glass.

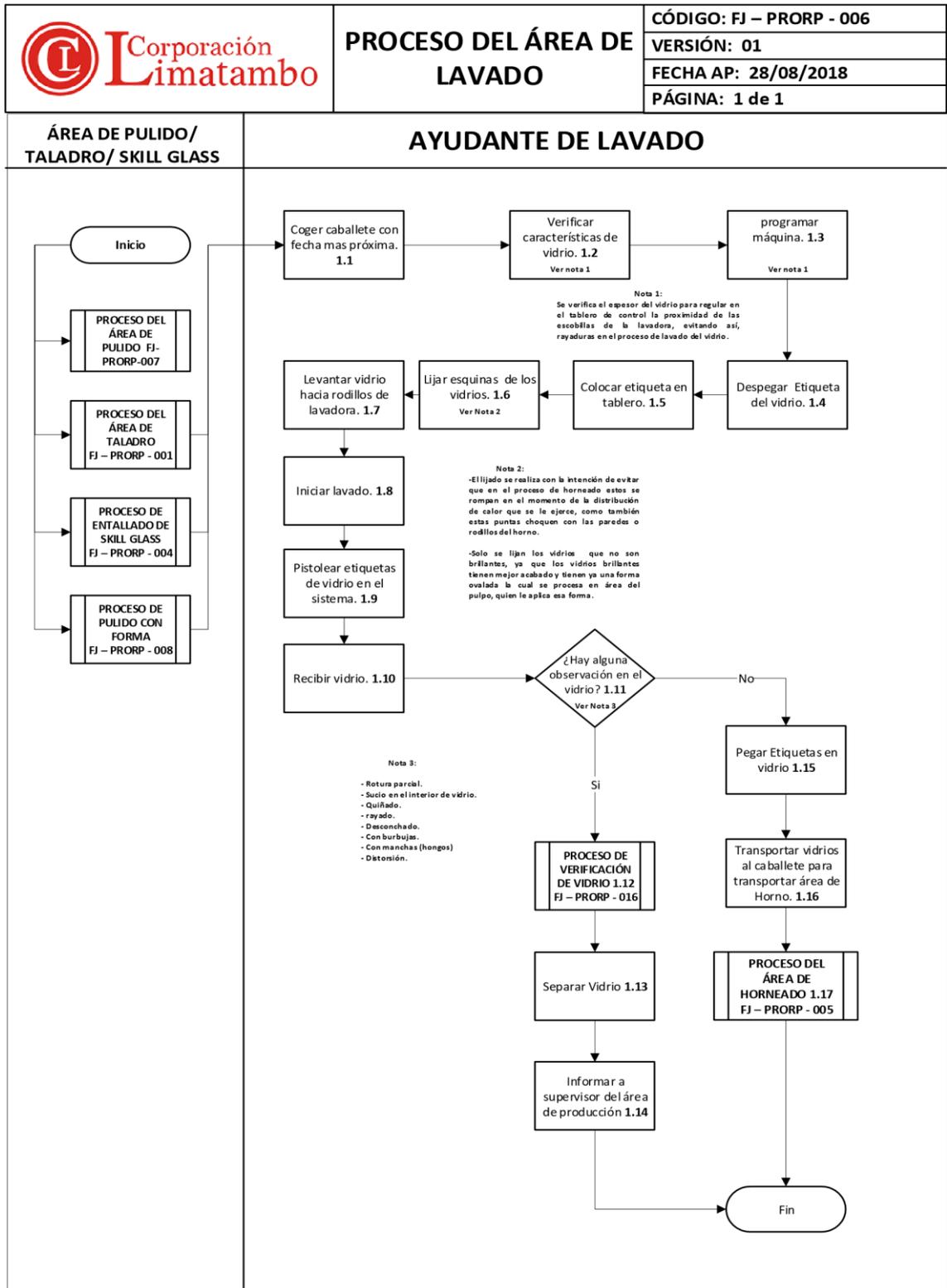
Figura 7. Proceso de entalle skill glass.



Fuente: Elaborado por los autores.

Proceso de lavado.

Figura 8. Proceso del área de lavado.



Fuente: Elaborado por los autores.

Recolección de información.

En este punto procedimos a pedir el permiso correspondiente a la empresa a través de una carta de autorización para la recolección de datos (Ver anexo N°.), una vez obtenido el permiso de la empresa, dimos paso a realizar la recolección de los datos con los instrumentos validados.

Variable independiente TLS (Teoría de restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma)

Para identificar la producción diaria, la cantidad de productos rechazados y fallos en los procesos, se aplicó el ERP – SPRING. La cuál es manejado en cada uno de los seis procesos de la planta. Ver anexo 4. He aquí se comenzará a aplicar las variables en estudio. Los 6 pasos de TLS estarán detallados a continuación.

Figura 9. TLS (Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma).



Fuente: Higgins (2015), Nagaraju y Narayanan (2018), Pirasteh y Fox, Robert E. (2005)

En tal sentido, se inició aplicando cada uno de los 6 pasos adaptados de diferentes autores en la aplicación de las metodologías de mejora continua.

1er paso: Movilizar y enfocar

Para iniciar a identificar las restricciones de la producción, primero debemos saber la situación actual de nuestra organización templados Limatambo, por eso, en el

primer énfasis se aplicarán tres pasos (Mapa del flujo de Valor, Identificación de restricciones, identificación de errores)

a) Mapa del Flujo de valor – Value Stream Mapping (VSM)

Es una técnica que, a través de la cual se usa la representación gráfica del proceso, se identificará y analizará nuestro sistema, con la finalidad de mejorar la producción en la línea de vidrio templado en la empresa (Rajadell y Sánchez, 2011, pp.34-35).

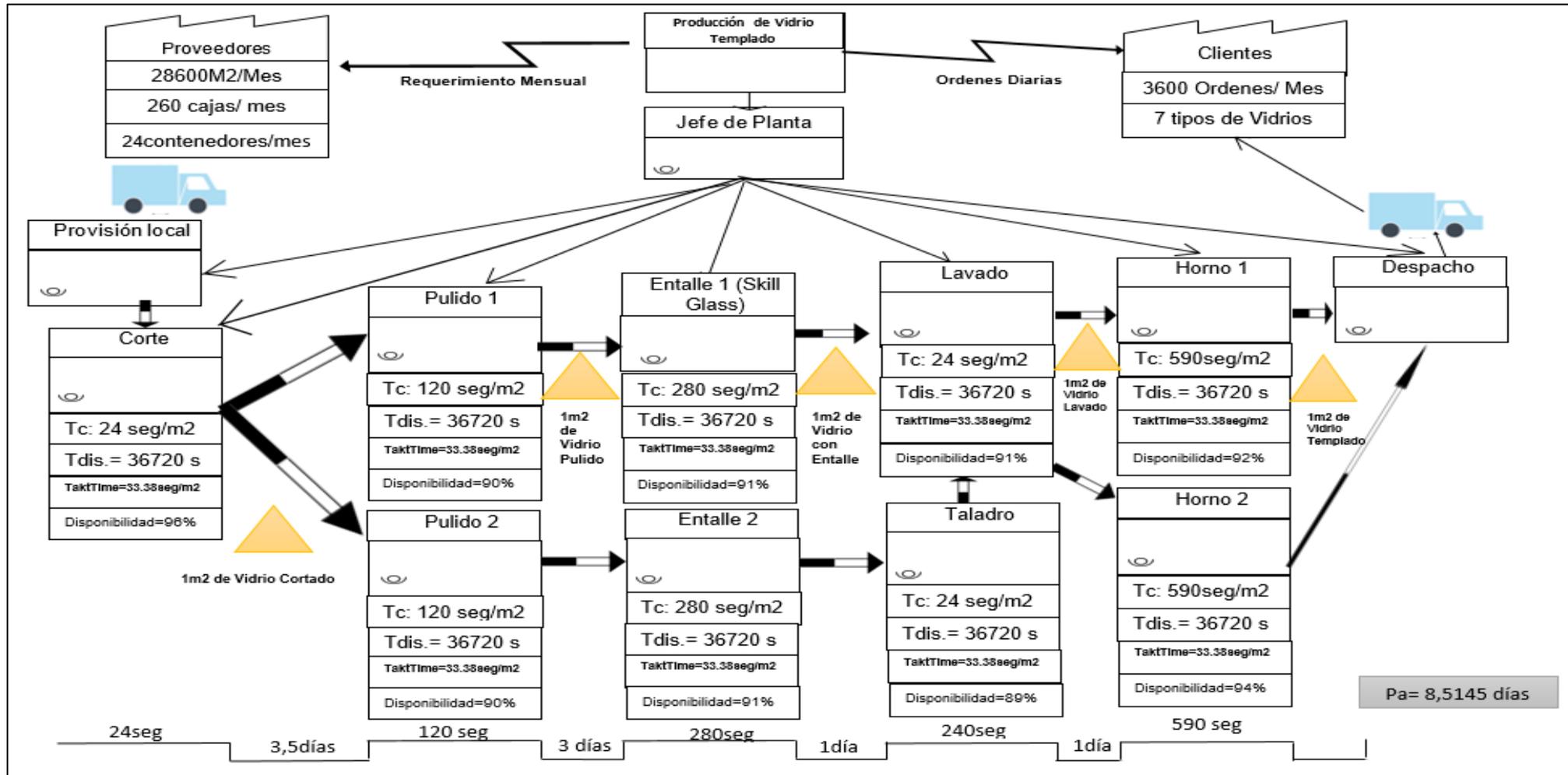
Los autores plasman el flujo de materiales, así como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente, se centra en las actividades que se realizan en lo actual para obtener un producto final y así se puede obtener la cadena de valor para identificar procesos que no aportan valor, permite identificar las restricciones. A continuación, se visualiza el mapa VSM (Value Stream Mapping), dónde nos menciona que en las oportunidades de mejora más comunes que se suelen encontrar son, en gran parte despilfarros que dependen de la propia organización.

Figura 10. Identificación de oportunidades de mejora



Fuente: Rajadell y Sánchez (2011)

Figura 11. Mapa del Flujo de Valor (VSM - Actual)



Fuente: Adaptado de (Rajadell y Sánchez y López Zorrilla)

En el siguiente VSM se identifica que se tiene un lead time de 8,5145 días, también podemos ver a detalle cada uno de los tiempos de ciclo de cada proceso de la empresa tales como: Área de corte, área de pulido, área de entalle, área de lavado y el área de templado. Por otro lado, tiene una producción diaria promedio de 1100 m² de vidrio templado/ día.

b) Identificación de la restricción:

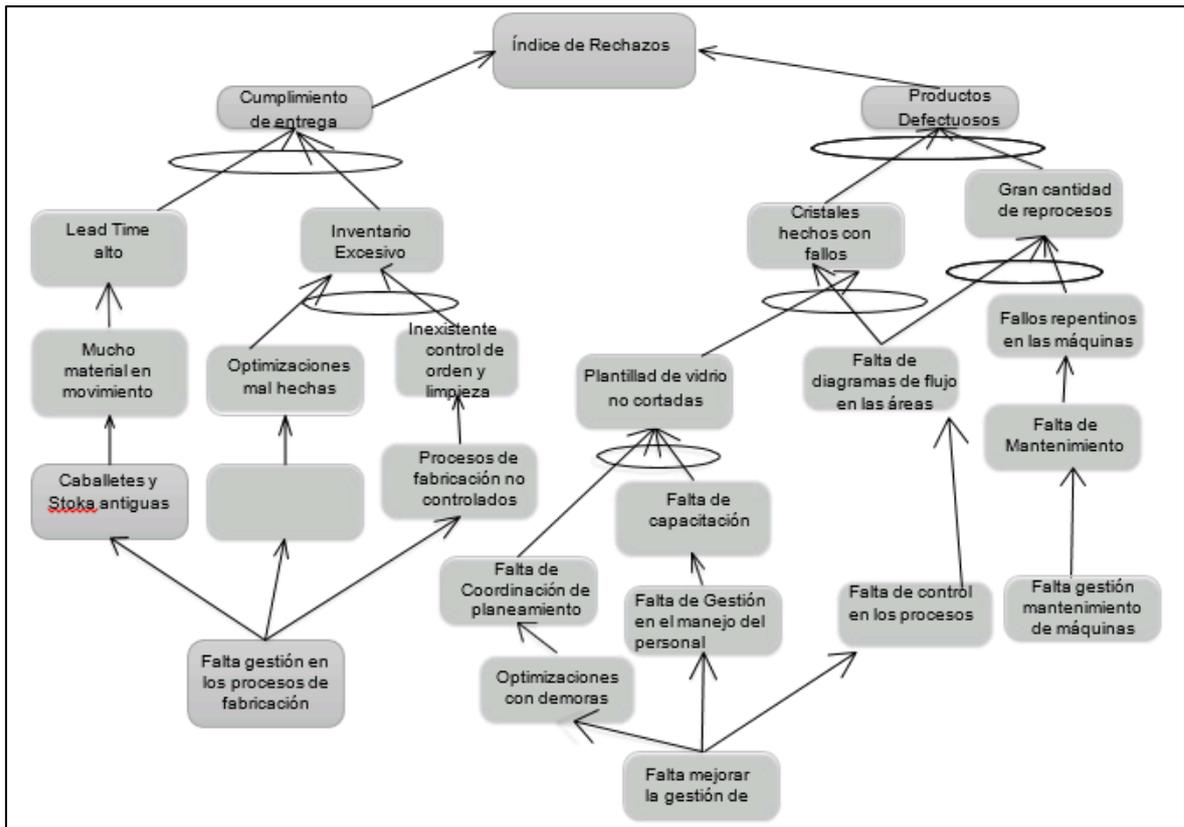
Aguilera (2020) La Teoría de restricciones (TOC) está diseñada para mejorar y lograr las metas que tienen las empresas, a través de la identificación de las restricciones que generan cuellos de botella que impiden maximizar los procesos y recursos. Tal es el caso de la empresa en estudio, la cual detallaremos las restricciones que impiden un resultado óptimo. (p.60). (Un enfoque gerencial de la teoría de restricciones., 2000)

Se detallarán gráficos, en el primer Árbol de Realidad Actual, muestra los problemas que ocurren en la empresa en estudio (Ver gráfico ARA) Y el siguiente gráfico Árbol de Realidad Futura mostrará el abanico de soluciones que logrará eliminar los problemas desde la raíz (Ver gráfico AFA)

En el Siguiete gráfico ARA (Árbol de Realidad actual) es la identificación de todos los efectos indeseados la cual nos sirve para formular las siguientes interrogantes: ¿Qué Cambiar? ¿Cuál es el problema raíz? Utilizando la información disponible brindada del Value Stream Mapping (VSM) nos permitirá identificar el problema de raíz.

Árbol de Realidad Actual

Figura 12. Árbol de realidad actual



Fuente: Elaborado por los autores

c) Identificación de errores

La información detallada es la cantidad en m2 de reposiciones por mes de la empresa, así como se mostrará en la Tabla. N°01. Por lo que se puede identificar de manera precisa los problemas que incurren al fallo de los vidrios, por consiguiente, se detallará en los siguientes gráficos.

Tabla 3. *Procesos en la línea de producción*

Procesos
Corte Bottero Templado
Pulido Templado
Entalle - Manual Templado
Entalle - Skill Glass Templado
Lavadora Templado
Horno Templado
Almacén – Despacho

Fuente: Extraído de ERP Spring

Al efectuar el resumen de las reposiciones, los problemas frecuentes ocurren en el área de pulido (1181m2) y lavado (650m2), lo que conlleva a detallar los fallos que se generan en cada uno de los procesos.

Tabla 4. *Fallos en la línea de producción*

Lavadora Templado
Pieza Quiñada
Pieza Desconchado
Pieza Quiñada
Pieza Rayada
Rotura Parcial
Rotura Total
Horno Templado
Rotura En Horno
Pieza Con Burbujas
Pieza Con Manchas Hongos
Pieza Desconchado
Pieza Quiñada
Pieza Rayada
Rotura Total
Almacén - Despacho
Pieza Quiñada
Pieza Rayada
Rotura Parcial
Rotura Total

Fuente: Extraído de ERP Spring

Tabla 5. *Fallas en los Procesos de Vidrio Templado*

Corte Bottero Templado
Error De Medida
Error De Planeamiento
Paralelismo Y Encuadre
Pieza Con Burbujas
Pieza Con Manchas Hongos
Pieza Desconchado
Pieza Quiñada
Pieza Rayada
Rotura Parcial
Pulido Templado
Pieza Quiñada
Error De Medida
Falla Maquina
Mal Pulido

Pieza Rayada
Rotura Parcial
Rotura Total
Entalle - Manual Templado

Mal Entallado
Pieza Quiñada
Pieza Rayada
Rotura Espontanea
Rotura Parcial
Rotura Total

Fuente: Extraído de ERP Spring

2do paso: Decidir cómo explotar la restricción

Para explotar la restricción aplicaremos dos métodos los cuales consisten en metodologías de Lean Manufacturing y Teoría de restricciones (Takt Time, Inyección de Mejora). En primera instancia, Madariaga (2013) manifestó que los reprocesos, se ejecutan en la fabricación del proceso de transformación que se le da a los productos terminados, de los cuales no tienen un adecuado control de calidad y una adecuada capacitación hacia el cliente que exige. (Madariaga, 2013, p.60).

Por otro lado, Cock (2015) manifiesta que a través de los reprocesos conlleva a las empresas a generar pérdidas, esto conlleva a que los artículos aumenten su precio y genere costes de más en traslado y en mantenerlo en un lugar guardado por un largo tiempo (Cock, 2015, p. 17).

- a) Takt Time: Identificaremos los tiempos a través de métodos cronométrales y con apoyo del ERP Spring identificaremos algunos errores en la producción.

Tabla 6. *Identificación del Takt Time*

Pedido demandado del cliente/mes	28600 m2/mes
Días de labor/mes	26 días/mes
Pedido demandado del cliente/día	1100 m2/día
Turnos (*)	1 turno
Horas por turno	10.2 horas

Cantidad producida/hora	108.15 m2
Tiempo Disponible	36720 s
Takt time (segundos)	33.38 s/ m2

Fuente: Elaboración propia

Después se comenzará con la recolección de datos de cada proceso de la planta las cuales incluye (Corte de Materia Prima, Pulido, Entalle, Lavado y templado)

Cronometrado de datos de cada uno de los procesos de la empresa en estudio

Tabla 7. *Tiempos de ciclo - corte*

Prod.	Vidrio Crudo	Registro	28/12/2021	Operación			Máquina de corte		
Área	Corte	Hora/día	12:00pm	Tipo de Material			Bottero – Corte		
Datos:				Takt time			33.38 s/ m2		
N°	Operación			1	2	3	4	5	Time
1	Descargado de pieza			24	23	21	22	23	22,6
2	Separar pieza			12	14	11	13	15	13
3	Bajar plancha a mesa de corte			5	6	8	6	7	6,4
4	Trazar vidrio			45	49	44	46	42	45,2
5	Registrar etiqueta			8	7	9	8	6	7,6
6	Repartir etiquetas			13	16	14	14	17	14,8
7	Pasar piezas			7	8	9	9	10	8,6
8	Desglosar piezas			135	139	141	142	141	139,6
9	Botar retazos			14	17	16	18	16	16,2
10	Descargar vidrio			14	15	15	17	16	15,4
11	Pegar etiqueta			9	8	7	9	8	8,2
12	Colocar por tamaño			28	29	29	28	29	28,6
13	Trasladar caballete			66	65	61	63	69	64,8
TOTAL ÷ 6.12 m2									38.0

Fuente: Adaptado de López Zorrilla

Tabla 8. *Tiempos de ciclo - Pulido*

Prod.	Vidrio Crudo	Registro	28/12/2021	Operación			Máquina de Pulido		
Área	Pulido	Hora/día	12:00pm	Tipo de Material			Pull – Glass		
Datos:				Takt time			33.38 s/ m2		
N°	Operación			1	2	3	4	5	Time
1	Agrupar por fechas			38	32	27	26	26	29,8
2	Inspeccionar fecha de entrega			37	39	47	41	44	41,6
3	Levantar el caballete con stoka			34	40	32	41	42	37,8
4	Traslado de vidrios por espesor			45	47	48	44	50	46,8
5	Calibrar la máquina al espesor de los vidrios			41	42	49	44	46	44,4

6	Colocar la pieza en la máquina de pulido	32	37	36	41	40	37,2
7	Inspeccionar medidas	16	17	15	18	14	16
8	Quitar la etiqueta	7	7	6	9	6	7
9	Rotar vidrio para el pulido	61	68	69	69	66	66,6
10	Pulir el cristal por los cuatro lados	130	146	142	149	146	142,6
11	Inspeccionar el pulido	15	17	22	32	19	21
12	Descarga al caballete	8	7	6	7	8	7,2
17	Trasladar a otro lugar	45	47	48	44	50	46,8
	TOTAL						36,78

Fuente: Adaptado de López Zorrilla

Tabla 9. *Tiempos de ciclo - Entalle*

Prod.	Vidrio Crudo	Registro	28/12/2021	Operación			Entalle		
Área	Entalle	Hora/día	12:00pm	Tipo de Material			Skill Glas		
Datos:				Takt time			33.38 s/ m2		
N°	Operación			1	2	3	4	5	Time
1	Localización de Stoka			43	45	41	40	39	41,6
2	Revisión de las fechas de entrega de los caballetes			53	51	49	48	52	50,6
3	Levantar el caballete con la carretilla hidráulica			19	21	22	22	23	21,4
4	Trasladar el caballete al área			60	64	62	57	52	59
5	Colocar el vidrio en Skill Glas			21	19	22	15	14	18,2
6	Buscar el croquis de la orden			24	23	22	21	25	23
7	Realizar las perforaciones			36	32	35	36	41	36
8	Trasladar los vidrios a Recorte			9	8	9	7	11	8,8
9	Realizar los recortes al vidrio			52	53	58	61	57	56,2
10	Realizar avellanado de los bordes			14	14	11	9	11	11,8
11	Trasladar los vidrios a la Lavadora			13	61	58	54	57	48,6
12	Lavado del vidrio			20	21	23	20	19	20,6
13	Registrar medidas finales			9	7	9	7	8	8
14	Pistolear en el spring			9	7	5	7	6	6,8
15	Descargar en el caballete			8	8	8	10	8	8,4
16	Colocar separadores			43	45	41	40	39	41,6
	TOTAL								27,93

Fuente: Adaptado de López Zorrilla

Tabla 10. *Tiempos de ciclo - Lavado*

Prod.	Vidrio Crudo	Registro	28/12/2021	Operación			Lavado		
Área	Lavado	Hora/día	12:00pm	Tipo de Material			Lavadora		
Datos:				Takt time			33.38 s/ m2		
Nro	Operación			1	2	3	4	5	Time
1	Localización de Stoka			43	45	41	40	39	41,6
2	Revisión de las fechas de entrega de los caballetes			53	51	49	48	52	50,6
3	Levantar el caballete con la carretilla hidráulica			19	21	22	22	23	21,4
4	Trasladar el caballete al área			60	64	62	57	52	59
5	Colocar vidrios en los rodillos			20	10	21	16	14	18,2
6	Trasladar los vidrios a la Lavadora			24	23	22	21	25	23
7	Lavado del vidrio			36	32	35	36	41	36
8	Registrar medidas finales			9	8	9	7	11	8,8
9	Descargar en el caballete			14	14	11	9	11	11,8

10	Colocar separadores	13	61	58	54	57	48,6
11	Trasladar los vidrios a la Lavadora	20	21	23	20	19	20,6
12	Lavado del vidrio	9	7	9	7	8	8
13	Registrar medidas finales	9	7	5	7	6	6,8
14	Descargar en el caballete	8	8	8	10	8	8,4
15	Colocar separadores	43	45	41	40	39	41,6
	TOTAL						17,77

Fuente: Adaptado de López Zorrilla

Tabla 11. *Tiempos de ciclo - Templado*

Prod.	Vidrio Templado	Registro	28/12/2021	Operación			Templado		
Área	Templado	Hora/día	12:00pm	Tipo de Material			Horno		
Recolección de datos				Takt time			33.38 s/ m2		
Nro	Descripción del elemento			1	2	3	4	5	Time
1	Buscar carretilla hidráulica			48	47	49	51	50	49
2	Revisión de las fechas de entrega de los caballetes			57	56	57	58	59	57.4
3	Levantar el caballete con la carretilla hidráulica			19	18	19	20	21	19.4
4	Trasladar el caballete al área			29	32	33	29	34	31.4
5	Colocar el vidrio a la mesa			23	25	26	24	23	24.2
6	Buscar el croquis de la orden			38	35	36	39	42	38
7	Ajustar parámetros de templado (por espesor)			41	45	45	43	46	44
8	Colocar logo al vidrio			19	21	21	24	21	21.2
9	Pasar el vidrio al horno de templado			318	319	318	318	319	318.4
10	Descargar vidrio a la mesa de enfriamiento			18	19	18	18	19	18.4
11	Registrar medidas finales			12	14	14	16	16	14.4
12	Registrar el proceso del entalle			3	5	3	5	4	4
13	Descargar en el caballete			10	16	14	12	13	13
14	Colocar separadores			12	18	14	14	13	14.2
	TOTAL								47.64

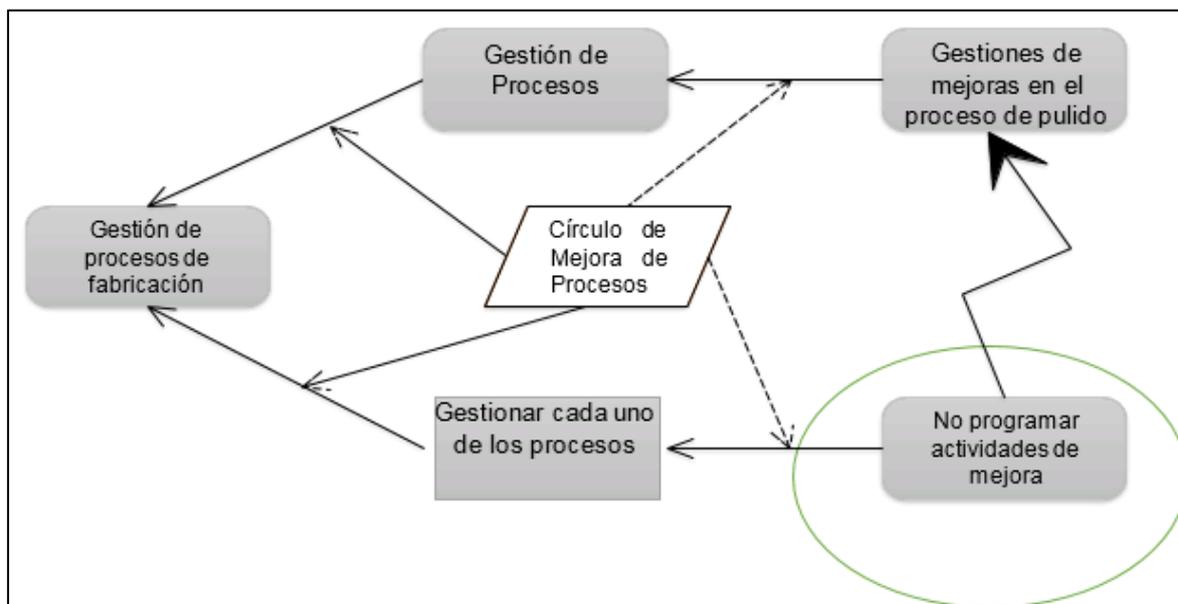
Fuente: Adaptado de López Zorrilla

Por lo que se puede apreciar en la siguiente imagen, la inyección de la mejora está efectuada en eliminar los cuellos de botella en cada una de los procesos de la línea de producción de templados Limatambo, por lo que (RITCHIE, y otros, 2013) manifiestan al aplicar la inyección de la mejora, se mejorará las soluciones respecto a los problemas de optimización de la producción, permitiendo que circule la mejora de procesos sin cuellos de botella, de esta manera, se reducen los tiempos muertos en los procesos” (Ritchie, Neves, Tamara, Luna y Uribe, 2013, p.33).

Aplicación de la mejora

Eliminaremos excesos de tiempos de los procesos críticos

Figura 13. Círculo de Mejora de Procesos



Fuente: Elaborado por los autores.

3er paso: Eliminar la restricción:

Iniciaremos a eliminar restricciones, aplicando herramientas de Lean Manufacturing, la cual está desglosada en dos pasos (Herramienta 5's y AMEF), en este punto, (Echeverry, et al, 2018) (Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia., 2018)manifiesta: "Lean Manufacturing tiene como objetivo principal, la cual consta de reconocer todos los defectos que puedan haber en las empresas para de esta manera, se logre eliminar todos los posibles desperdicios y/o despilfarros, al solucionar el progreso será muy importante" (Echeverry, et al, 2018, p.202)

a) Metodología 5'S

Tabla 12. Metodología 5'S

<p>1ra S: Seiri Clasificar ¿Qué debemos Clasificar? Madera, escobas, caballetes, stokas, corchos, etiquetas, etc. ¿Qué debe guardarse? Retazos de vidrios, Pistolas de pokeos, cintas de separación, cartones.</p> 	<p>2da S: Seiton Ordenar ¿Cómo reducir la cantidad de materiales en la planta? Primero debemos organizar los caballetes, agrupando de forma correcta los vidrios de pulido, Libre de partículas de vidrio que generan espacio en los caballetes de pulido</p> 
<p>3ra S: Seiso – Limpiar ¿Cómo crees que realmente algo se encuentra limpio? Debemos mantener el área limpia, libre de cartones ¿EL equipo de trabajo, cómo podrá mantenerlo limpio? Teniendo un gran compromiso de todos y a su vez estableciendo horarios. ¿Cuál es el recurso que piensa emplear? Carretilla, escoba, y estableciendo grupos de limpieza semanales ¿Cómo mejoraría el nivel de limpieza en la planta? Teniendo consideración con sus compañeros del siguiente turno</p> 	<p>4ta S: Seiketsu – Estandarización Se debe mantener la mejora más mínima ¿Qué métodos usará para mantener el sistema? Se usarán carteles detallando las responsabilidades</p> 
<p>5ta S: Shitsuke – Disciplina Después de haber mantenido la herramienta 5'S Operativa, se debe mantener el espíritu, compromiso y disciplina en las áreas de trabajo</p> 	

Fuente: Elaborado por los autores.

Los formatos de cada una de las 5 “S” deben tener una secuencia de orden, por ello, se han efectuado formatos de control para identificar los problemas recurrentes en el área de pulido. (DORBESSAN, 2016)

Tabla 13. *Seiri - Clasificar*

(Seiri -Clasificar)			
		Sí	No
1	¿Las herramientas y objetos considerados necesarios para el Clasificado, en la ejecución de las actividades del área se encuentran organizados?		•
2	¿Se aprecian herramientas de trabajo dañados?	•	
3	Al observarse herramientas dañadas ¿han sido catalogadas como útiles o inútiles?	•	
4	¿Pueden observarse objetos sin valor?		•
5	Al observarse herramientas sin valor ¿tienen una identificación como tal?	•	
6	¿En el caso de herramientas, se deben clasificar por actividades en específico?	•	

Fuente: REY, Francisco (2015)

Tabla 14. *Seiton - Ordenar*

(Seiton – Ordenar)			
		Sí	No
1	¿Todo está en el lugar donde corresponde?		•
2	¿Existen lugares identificados para los elementos con poca utilización?	•	
3	¿Existe una identificación para disponer la correcta disposición de los espacios?		•
4	¿Los elementos están cerca donde los utilizan los trabajadores?.		•
5	¿Existe la cantidad ideal de caballetes para el clasificado el tecno por?		•
6	¿Hay medios de transporte para el retorno de las herramientas?		•

Fuente: REY, Francisco (2015)

Tabla 15. *Seiso - Limpiar*

(Seiso – Limpiar)			
		Sí	No
1	¿El ambiente de trabajo está limpio?	•	•
2	¿Todos los trabajadores tienen el aseo en sus ambientes?		•
4	¿Hay una rutina de desinfección y limpieza?	•	
5	¿Se pueden apreciar los contenedores para seleccionar la basura?		•

Fuente: REY, Francisco (2015)

Tabla 16. *Seiketsu - Estandarización*

Seiketsu - Estandarización			
		Sí	No
1	¿Hay una secuencia de orden para mantener la organización limpia?		•
2	¿Existe evidencia de mantenimiento en las áreas de trabajo tanto de pulido como lavado?	•	
3	¿Existe una secuencia de o programa de orden?	•	
4	¿En la evaluación de desempeño, se han presentado propuestas para mejorar el área de pulido y lavado?		•
5	¿Existen procedimiento operativos ?		•

Fuente: REY, Francisco (2015)

Tabla 17. *Shitsuke - Disciplina*

(Shitsuke – Disciplina)			
		Sí	No
1	¿En las áreas existe una política de trato y respeto a los compañeros?	•	
2	¿Existe un grado de disciplina en la herramienta 5s?	•	
3	¿Los trabajadores tienen conocimiento en qué puede afectar si no cumplen los principios de la herramienta 5s?	•	
4	¿Están al alcance de todos los resultados obtenidos?	•	

Fuente: REY, Francisco (2015)

Tabla 18. Aplicación de la metodología de la 5's



Orden	Localización	Estándar	Metodología	Medio Correctivo	Cada Día	Quincenal	Mensual	Anual	Tiempo	Realizado por
1	Faja Transportadora	Sin polvo de vidrio	Limpieza de faja	Informar al Supervisor	X				15 minutos.	Área de Pulido
2	Bases de Pulido	Sin polvo de vidrio en el suelo	Limpiar la base de la máquina	Informar al Supervisor	X				12 minutos	Área de Pulido
3	Desecho de Polvo de Vidrio	Limpiar la tina de polvo de vidrio	Limpiar con la palana la tina	Llevar el polvo de vidrio a los tachos	x				5 minutos / 2 veces x día	Área de Pulido
4	Carga	Orden de los caballetes	Ordenar con Stoke	Colocar los caballetes tipo A, L c/rueda en su ubicación		x			15 minutos / 2 veces x día	Área de Pulido
5	Descargado	Libre de materiales en el piso	Utilización de escoba y tacho	Informar al Supervisor	x				12 minutos	Área de Pulido
6	Descargado	Limpieza interna de fajas	Inspeccionar la limpieza interna	Manejo adecuado de la máquina		x			10 minutos	Área de Pulido

Fuente: Adaptado de López, Zorrilla

Tabla 19. Auditoría de las 5's - Verificación

AUDITORÍA 5'S – CHECKLIST					
ÁREA:	Pulido	AUDITORIA	1	DATE:	05/02 /2021
% AUDITORIA ANTERIOR:	71.9%	AUDITADO POR:	Yessica Susana Javier Bramón	PROXIMA AUDITORIA:	05/03 /2021
Secuencia	SEIRI	SEITON	SEISO	SEIKETSU	SHIT SUK E
PUNTOS	21	32	35	29	19
CUESTIONARIO	7	13	12	9	7
RANGO	3.4	3.4	3.5	3.3	3.7
				PORCENTAJE CUMPLIDO	86%
Aplicación de la Herramienta					
		Deficiencia 0-1	Regular 1-2	Bueno 2-3	Excelente 4
DEFINICIÓN	MEJORA		ESTANDARIZACIÓN		
Bajo (1)	Nada de esfuerzo		No existe compromiso ni aporte por parte de los colaboradores mediante la auditoría 5'S		
Regular 2	Mínimo esfuerzo		Se realizan mejoras cada vez con mayor frecuencia por parte de los colaboradores		
BUENO 3	Esfuerzo promedio		Los colaboradores le están poniendo gran esfuerzo a la auditoría y se comprometen con los resultados		
EXCELENTE 4	Resultados Excelentes		Nivel excelente de la aplicación de la herramienta 5'		

Fuente: Adaptado de López, zorrilla

b) Metodología AMEF

A través del análisis de la planta, enfocado en el área de pulido incurren paradas del equipo, debido a la falta de mantenimiento preventivo, por lo que se le ejecuta la herramienta AMEF, terminando con el six sigma Por lo que Rajadell y Sánchez (2011) interpreta el análisis a través 4 pasos (Definir la criticidad (DC), los impactos en la producción (IP), daños de las instalaciones (DI) e interpretación).

Definir la criticidad (DC)

Para estimar la frecuencia de falla en todo el impacto que puede causar en la producción, frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos preestablecidos: Estimación de la frecuencia de la falla funcional: Para nuestro equipo puede existir más de un modo de falla, el más representativo será el Compresor. La siguiente tabla muestra los criterios para estimar la frecuencia: Utilizaremos el Tiempo Promedio entre Fallas (TPEF) en base a la frecuencia de falla en número de eventos por año.

Figura 14. Categoría de impactos

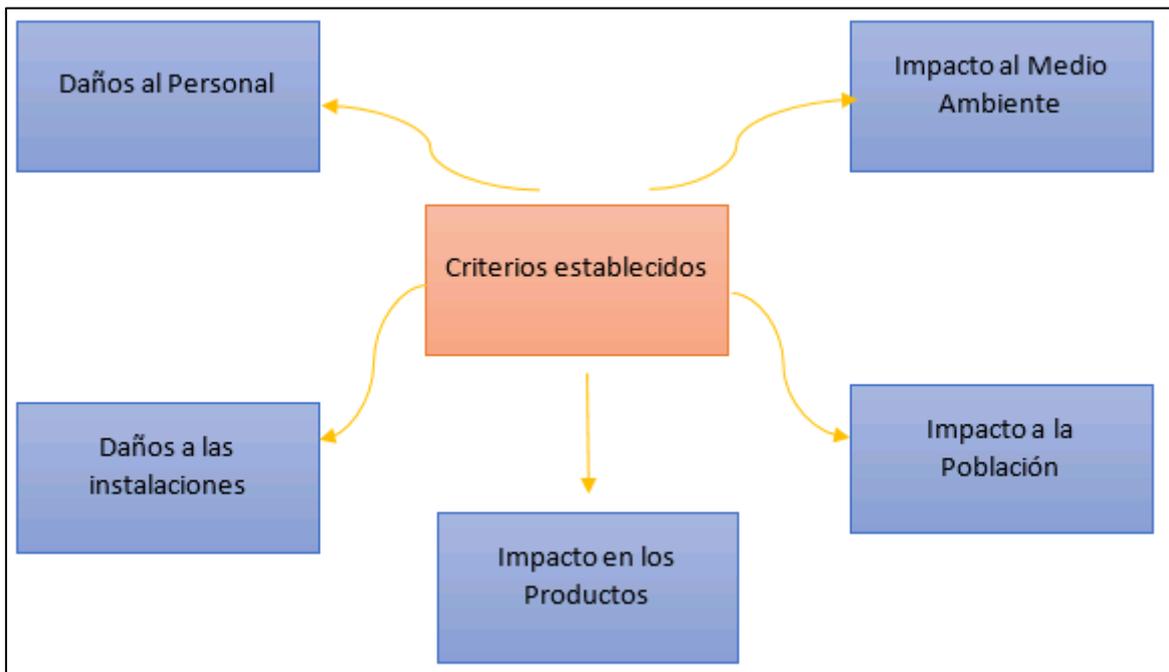
Categoría	Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	$TPEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq TPEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq TPEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq TPEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	$TPEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es poco probable que ocurran en 1000 años.



Criterios para estimar la frecuencia de falla

Para la estimación de las consecuencias o impactos de la falla, hemos empleado las fallas más comunes en la planta, cómo lo es: Fallo en los filtros (Cambio cada 6 meses). Por este motivo, lambda es mayor a 1 ($\lambda > 1$).

Figura 15. Criterios establecidos



Fuente: Elaborado por los autores

- **Daños al Personal:**

El personal con falta de capacitación en temas de seguridad y salud en el trabajo, puede sufrir un nivel de accidentabilidad (alto, medio, bajo) Pudiendo causarse daños.

- **Impacto al Medio Ambiente:**

El daño al medio ambiente, causado por La máquina de Pulido puede generar por alguna fuga de gas la cual es un gas muy contaminante para el entorno.

- **Impacto a la Población**

La población está expuesta a la contaminación del gas Debido a que se expande en un área aproximada de 500 metros cuadrados

- **Impacto en los Productos**

Los productos se descomponen por una temperatura inadecuada en el sistema (cámara frigorífica)

- **Daños a las Instalaciones**

Puede ocurrir alguna explosión en el sistema por fuga de gas

Los Impactos en la Producción (IP)

Cuantifican las consecuencias que los eventos no deseados generan sobre la empresa Templados Limatambo S.A.C. En este criterio evaluaremos considerando los siguientes factores: Tiempo Promedio para Reparar (TPPR), Producción Diferida, Costos de Producción.

Impactos en la Producción IP = (Producción Diferida x TPPR (Compresor) x Costos de Producción)

$$IP = (450 \text{ Vidrios}) \times (4 \text{ horas Compresor}) \times (\text{S/. } 150)$$

$$IP = 270\ 000$$

El valor que obtengamos, nos ayudará a categorizar el IP de acuerdo con los criterios de la tabla categoría de los Impactos.

Daños de las instalaciones (DI)

Los impactos asociados se evaluarán considerando los siguientes factores: Equipos afectados, Costos de Reparación

Costos de Reposición de Equipos DI = (Costos de Reparación + Costos de

$$DI = (\text{S/ } 800.00) + (\text{S/ } 6\ 600.00)$$

$$DI = \text{S/ } 7\ 400.00$$

Categoría de Impactos

El valor resultante permitirá categorizar el DI de acuerdo con los criterios de la tabla Categoría de los Impactos. Detallando los resultados obtenidos en la tabla de Categoría de impactos. De la tabla Categoría de los Impactos, el valor ubicado en la columna Categoría se asignaremos a las consecuencias, y este se empleará para realizar el cálculo del nivel de criticidad en la planta Templados Limatambo S.A.C.

Figura 16. Figura Categoría de Impactos

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños o enfermedades en al menos un miembro de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violan regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población	Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones.	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

Cálculo del nivel de criticidad: Se determinó el nivel de criticidad de todos nuestros criterios establecidos

Daños al Personal

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Criticidad} = (5) \times (2) = 10$$

Efecto en la población

$$\text{Criticidad} = (5) \times (2) = 10$$

Impacto Ambiental:

$$\text{Criticidad} = (5) \times (2) = 10$$

Pérdida de Producción

$$\text{Criticidad} = (5) \times (1) = 5$$

Daños a la Instalación

$$\text{Criticidad} = (5) \times (1) = 5$$

Sumatoria de los criterios considerados para determinar el Impacto total

$$\text{Impacto Total} = (\text{Daño al Personal} + \text{Efecto en la Población} + \text{Impacto ambiental} + \text{Pérdida de Producción} + \text{Daño a la Instalación})$$

$$\text{Impacto Total} = (10 + 10 + 10 + 5 + 5) = 40$$

Matriz de Criticidad – PEP

Nivel de Criticidad: **40**



Figura 17. Matriz de Criticidad



Fuente: (Princast, 2011)

Análisis y validación de resultados

Nuestros resultados obtenidos en base al impacto total de Criticidad, nos ha resultado un valor de 40. Por la cual se encuentra en una “Criticidad Media”

Definición del nivel de análisis

La jerarquía de Criticidad obtenida es de “**Nivel Medio (B)**”

Tabla 20. Análisis de modo de efecto y de falla (AMEF)

		ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA (A.M.E.F.)					REV: 1			
							Código: AA			
							Fecha: 08/04/2021			
							A.M.E.F. No.: 001			
Producto:	Aire acondicionado					Elaborado por:	Villegas Medina, Félix			
Lugar:	Templados Limatambo S.A.C.			Departamento:	Pulido		Revisado por:	Javier Bramón Yessica		
			Departamentos involucrados:			Aprobado por:	Marco Yaya Vasquez			
Parte Componente o Proceso	Función	Modo de falla	Efecto de la falla	Severidad	Causa de la falla	Ocurrencia	Verificación y/o control actual	Detección	NPR	Observaciones
Faja Transportadora	Permite el traslado del Vidrio	Funcional	Deja de funcionar ya que el vidrio presenta quiñe	8	Desgaste del material	2	Inspección visual	10	160	Actuar
Bomba de Agua	Introduce agua al vidrio al momento del pulido para que no se rompa	Funcionalidad nula	Equipo no enfría	8	Acumulación de suciedad en las tuberías	8	Inspección visual	9	576	Actuar
Condensador	Absorbe el aire de afuera para ventilar el compresor	Componente no puede seguir operando	Se acumula el calor en el condensador	8	Suciedad o mal funcionamiento por desgaste	8	Inspección visual	9	576	Actuar
Compresor	Hace circular el refrigerante entre la unidad interna y externa	Se apaga en poco tiempo	El equipo de aire acondicionado deja de enfriar	8	Termostato defectuoso o sensor de contacto deficiente o problemas en la variación de voltaje	5	Inspección visual	10	400	Actuar

Fuente: Elaborado por los autores

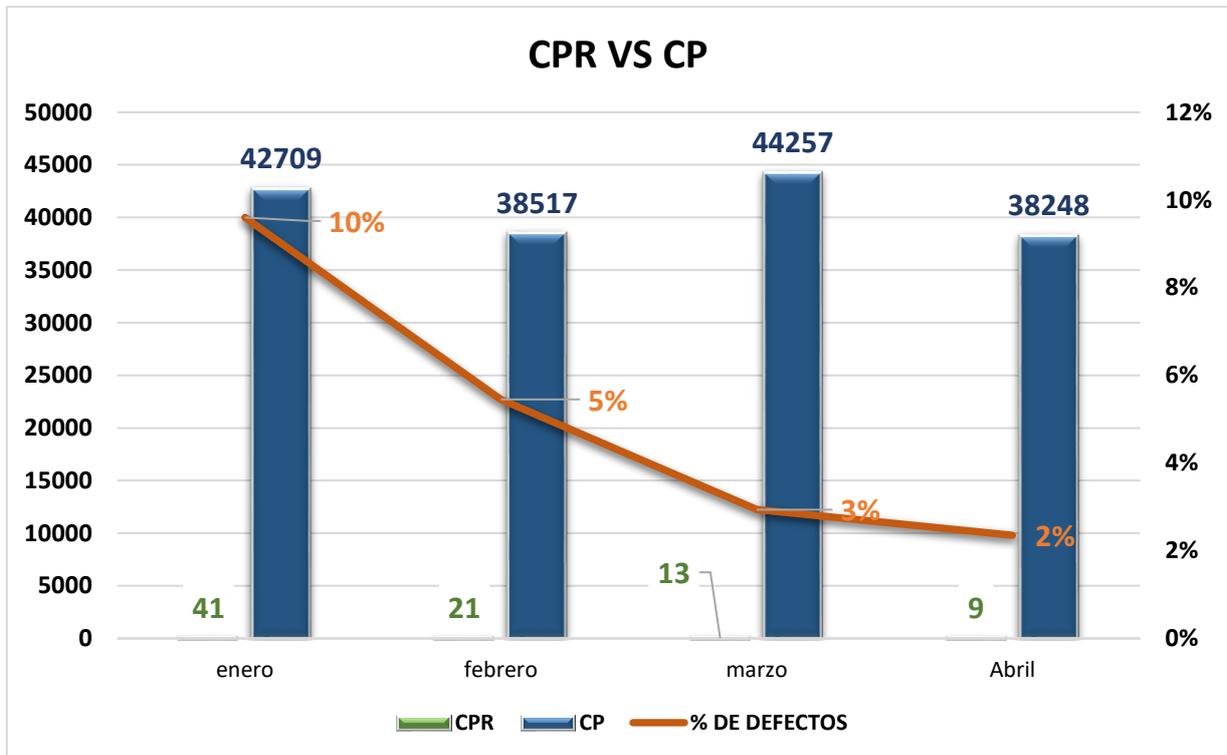
4to paso: Controlar:

Tabla 21. Índice de rechazos, control a través de DPM

$$DPM = \frac{CPR}{CP} \times 100$$

Columna	Enero	Febrero	Marzo	Abril
CPR	41	21	13	9
CP	42709	38517	44257	38248
% DE DEFECTOS	10%	5%	3%	2%

Figura 18. Cantidad de Productos rechazados vs Cantidad producida



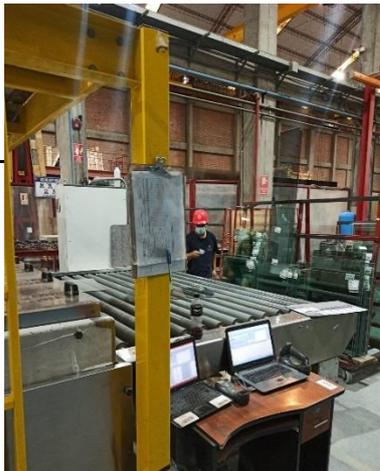
Fuente: Elaborado por los autores.

Por lo que en la imagen se aprecia, cómo se ha podido mantener una tendencia de nivel de sigma baja, debido a la cantidad de productos que ya no tienen reprocesos en la planta de vidrios templados Limatambo s.a.c. reduciendo de 10% a un 2% manteniendo una tendencia baja en los 4 meses después de aplicar el estímulo Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma

5to paso: Eliminar la restricción y estabilizar

Para eliminar la restricción que incurre en la planta, debemos aplicar herramientas de Lean Manufacturing y el 5 porqué, además del Poka Yoke

Tabla 22. 5 ¿Por qué?

Cuestionario	Solución	Responsable (Encargado)
1. ¿Qué está mal? La Lavadora raya los vidrios 2. ¿Cómo Sucedió? Ingresaron vidrios de otro espesor 3. ¿Por qué? No se ejecutó el swish correctamente 4. ¿Por qué? Falta de Mantenimiento 5. ¿Por qué? No se ejecuta en lo programado	Recuperación de vidrio Incorporar mantenimiento Preventivo Capacitación al personal sobre el correcto ingreso de los vidrios a la lavadora	Carlos Moreno (Operador) Días Luis Angel (Operador) Supervisor: Félix Villegas
Operadores: Carlos Moreno Diaz Luis Angel Supervisor: Villegas Medina Félix Calidad Mayra Solano	Medidas Preventivas Incorporar Diagramas de Flujo en las áreas Capacitación al personal de lavado	

Fuente: Adaptado de López Zorrilla

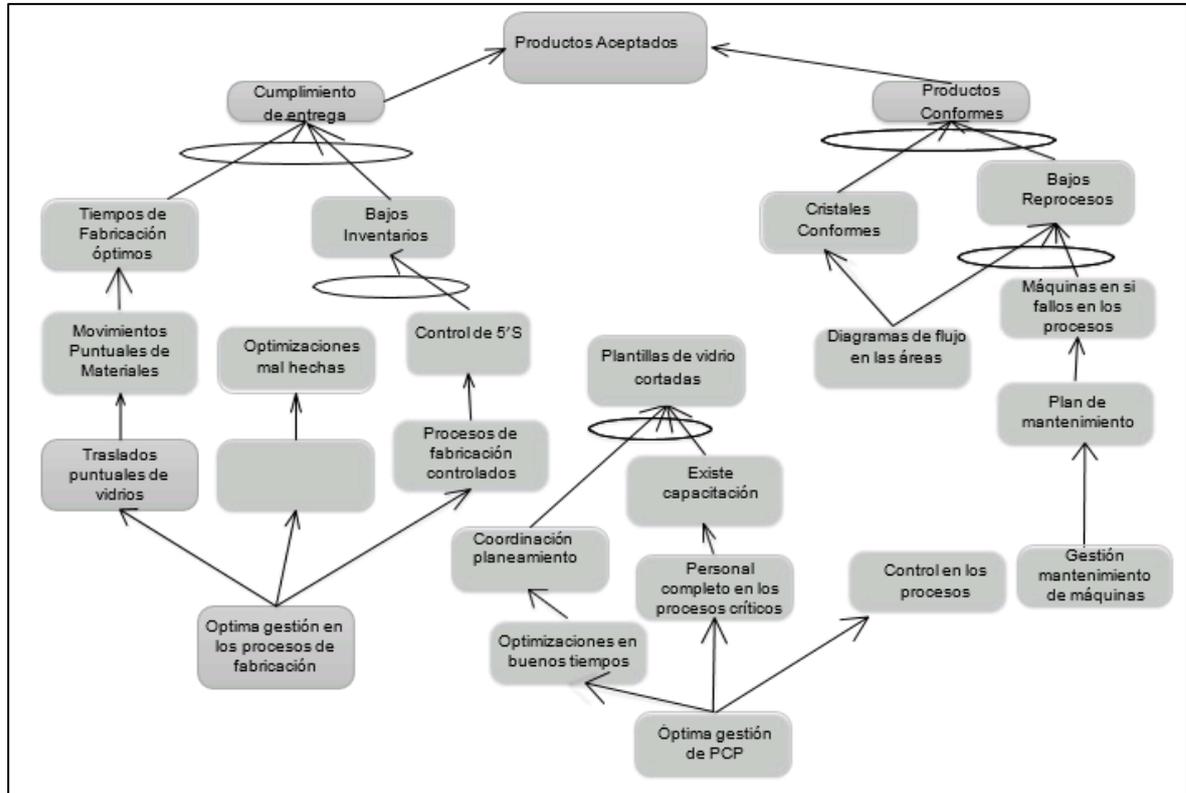
Los datos obtenidos en nuestro cuadro adaptado, es que a través de preguntas de causa raíz se puede llegar a la identificación del problema en el proceso de lavado. En tal sentido, (CHÁVEZ, y otros, 2014) menciona: “se garantiza que la seguridad de las maquinas sea la más óptima en los procesos, enfocando en brindar productos de excelente calidad a los clientes (Chávez y Méndez, 2014, p.51).

6to paso: Retroalimentación del Sistema

Regresamos al primer paso e identificamos los cuellos de botella del sistema

Árbol de realidad futura

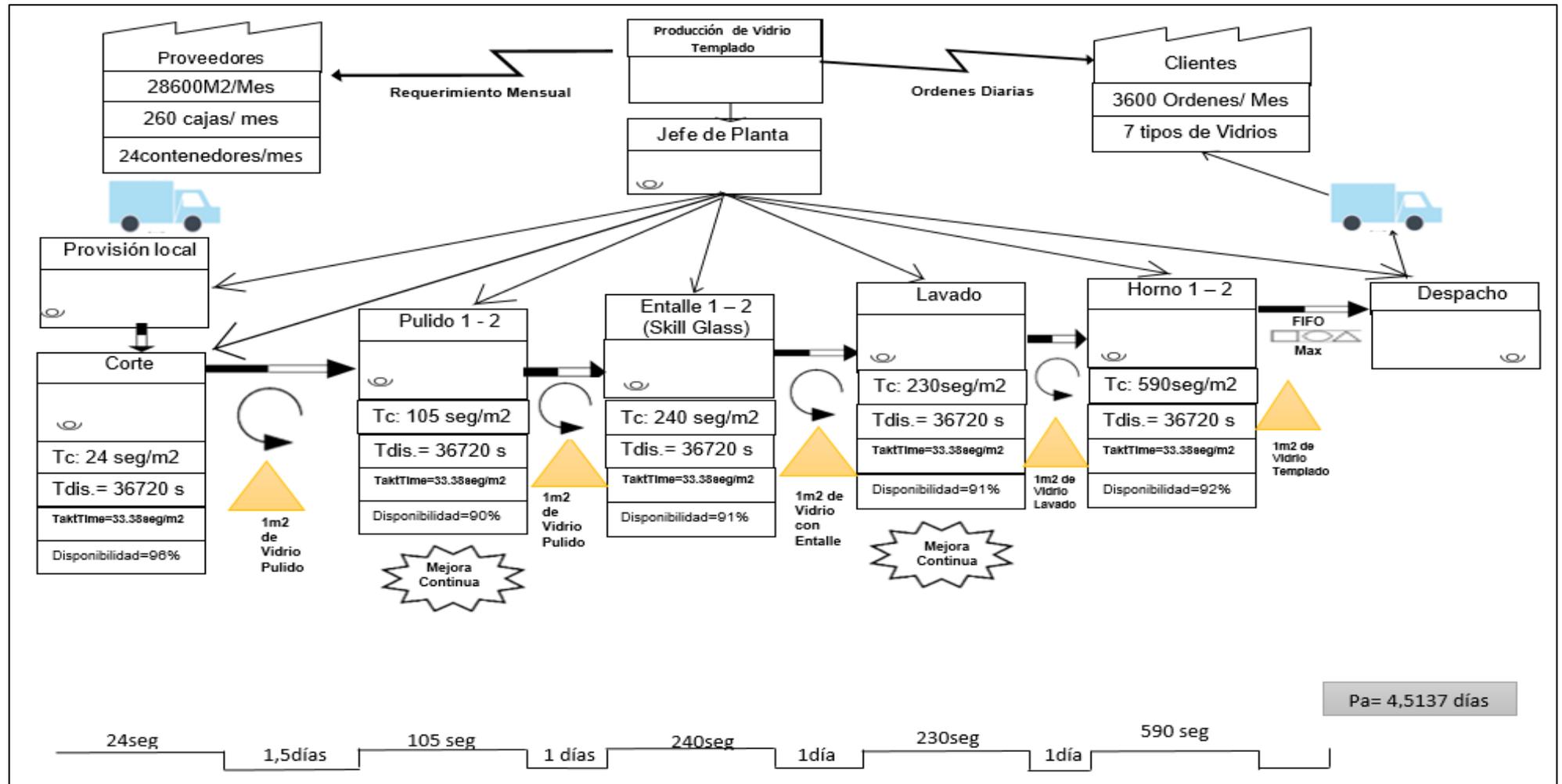
Figura 19. AFA (Árbol de Realidad Futura)



Fuente: Elaborado por los autores

Al identificar los efectos indeseados, se volverá a efectuar las siguientes interrogantes: ¿A qué cambiar? ¿Cómo cruzar el puente entre el problema y la solución? A través del proceso de pensamiento se dará el abanico de soluciones que al implementar mejoras en los procesos con cuellos de botella se reemplazarán los efectos indeseados a efectos deseados. En este punto, podemos afirmar que los problemas de los cuellos de botella se dan en los procesos de control y producción.

Figura 20. Mapa del Flujo de Valor (VSM - Futuro)



Fuente: Adaptado de Rajadell y Sánchez, 2013

3.6. Método de análisis de datos

Para facilitar la información de los datos brindados por el ERP – SPRING, se debe pasar la información a un Excel y después al análisis estadístico SPSS. Según Fernández, Cordero y Córdoba: “los registros efectuados proporcionan datos que deben ser de una manera inteligible, a través de la estadística descriptiva se pueden presentar masas de datos por medio de tablas, gráficos y/o medidas de resumen” (Fernández et al., 2002, p.17). De esta manera, se pueda obtener la mejor interpretación a través de gráficos y/o tablas los resultados obtenidos antes y después de aplicar nuestro estímulo.

Análisis descriptivo

Icart, Pulpón, Garrido y Delgado (2012) mencionaron que se adjunta los métodos para la recolección, de conjunto de datos obtenidos al azar, con la finalidad de describir sus características. (Icart et al., 2019, p.133). En esta investigación se utilizará la estadística para poder comparar los resultados tanto de la situación inicial y de la situación final, es la que se implementará El TLS (teoría de restricciones, lean manufacturing y six sigma). Entonces para ello se utilizará la tabla de frecuencia y así mismo los gráficos de barra, para así poder interpretar los resultados finales.

Análisis inferencial

Icart et al. (2012) mencionó que tiene como finalidad partir de los datos observados (reales) y con la ayuda de la teoría de la probabilidad, poder extrapolar o inferir los resultados obtenidos en la muestra a la población, con una cierta confianza $(1-\alpha)$ de que estamos haciendo correctamente. (p.134).

3.7. Aspectos éticos

Como investigadores, se tuvo el compromiso de realizar esta investigación sin manipular los datos obtenidos de la empresa. Para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación se tuvo la respectiva autorización de la empresa; cuyo documento se adjunta en el anexo 7. Asimismo, este proyecto de investigación respeta todas las fuentes de información que han permitido consolidar y aportar ideas, mediante las citas bibliográficas. Por último, se mostró confidencialidad por los datos obtenidos de la organización.

IV. RESULTADOS

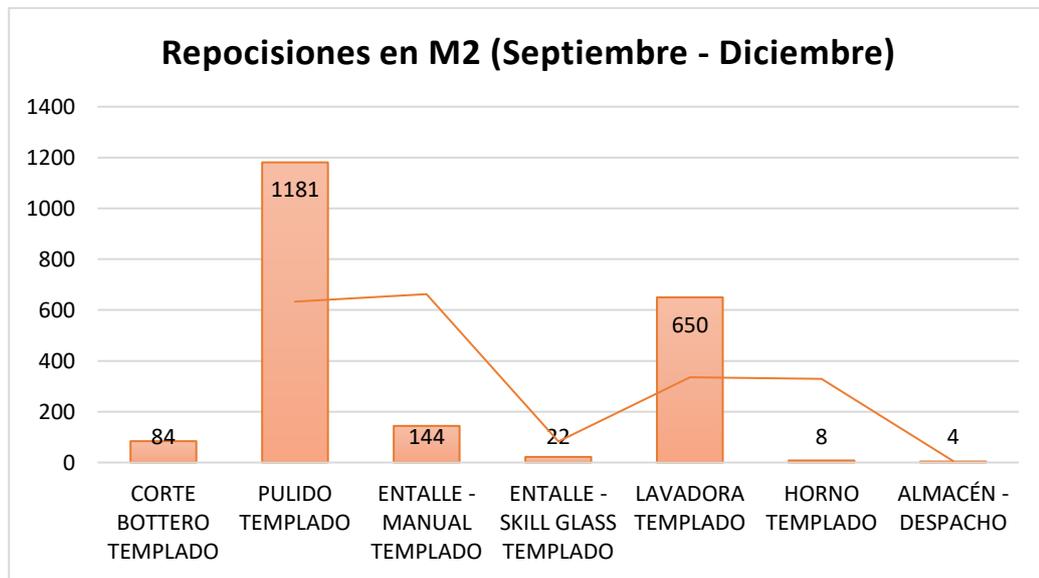
Resultados de la mejora

Tabla 23. *Reposiciones de M2 (Sep-dic) Pre-test*

PRE TEST	
Procesos	Reposiciones en M2 (Septiembre - Diciembre)
CORTE BOTTERO TEMPLADO	84
PULIDO TEMPLADO	1181
ENTALLE - MANUAL TEMPLADO	144
ENTALLE - SKILL GLASS TEMPLADO	22
LAVADORA TEMPLADO	650
HORNO TEMPLADO	8
ALMACÉN - DESPACHO	4
Total general	2093

Fuente: Elaborado por los autores

Figura 21. *Reposiciones Pre Test (Setiembre - Diciembre)*



Fuente: Elaborado por los autores

En el gráfico, está detallado de manera precisa como los procesos con mayores fallos ocurren en Pulido y Lavado, por lo que la implementación de la mejora está enfocada en aquellas áreas que generan cuellos de botella a la empresa y además de reprocesos.

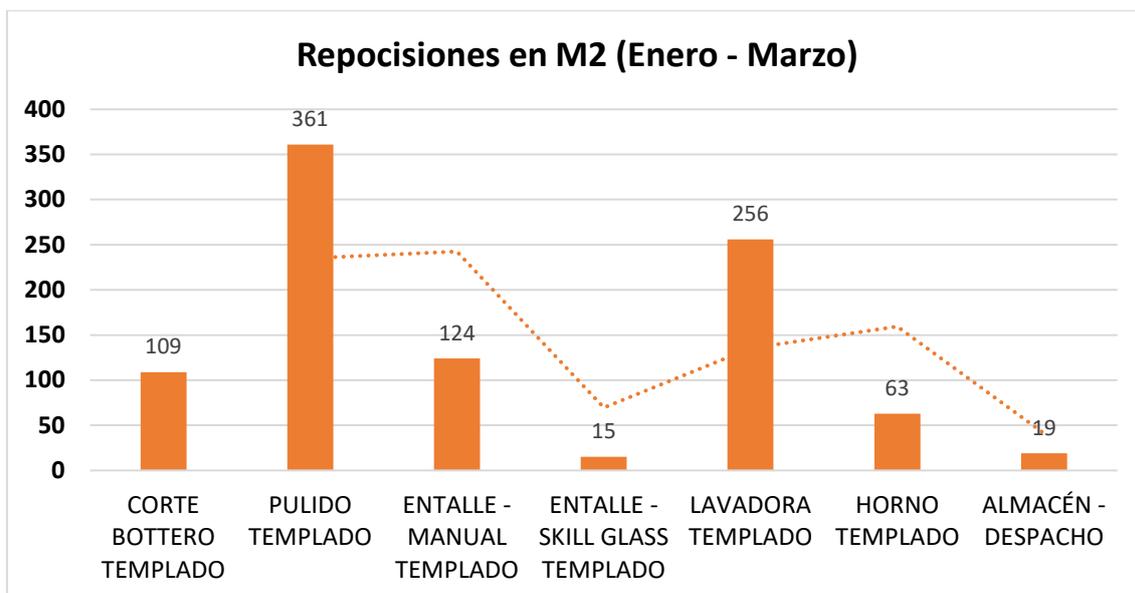
Tabla 24. *Fallas en los procesos Pre-test y Post-test*

Fallas en los Procesos	Cantidad en M2
CORTE BOTTERO TEMPLADO	84
ERROR DE MEDIDA	47
ERROR DE PLANEAMIENTO	14
PARALELISMO Y ENCUADRE	10
PIEZA CON BURBUJAS	6
PIEZA CON MANCHAS HONGOS	2
PIEZA DESCONCHADO	2
PIEZA QUIÑADA	1
PIEZA RAYADA	1
ROTURA PARCIAL	1
PULIDO TEMPLADO	1181
PIEZA QUIÑADA	818
ERROR DE MEDIDA	110
FALLA MAQUINA	83
MAL PULIDO	51
PIEZA RAYADA	46
ROTURA PARCIAL	38
ROTURA TOTAL	35
ENTALLE - MANUAL TEMPLADO	144
MAL ENTALLADO	59
PIEZA QUIÑADA	37
PIEZA RAYADA	16
ROTURA ESPONTANEA	13
ROTURA PARCIAL	10
ROTURA TOTAL	9
ENTALLE - SKILL GLASS TEMPLADO	22
MAL ENTALLADO	12
PIEZA QUIÑADA	4
PIEZA RAYADA	3
ROTURA ESPONTANEA	1
ROTURA PARCIAL	1
ROTURA TOTAL	1
LAVADORA TEMPLADO	650
PIEZA QUIÑADA	435
PIEZA DESCONCHADO	146
PIEZA QUIÑADA	35
PIEZA RAYADA	16
ROTURA PARCIAL	12

ROTURA TOTAL	6
HORNO TEMPLADO	8
ROTURA EN HORNO	2
PIEZA CON BURBUJAS	1
PIEZA CON MANCHAS HONGOS	1
PIEZA DESCONCHADO	1
PIEZA QUIÑADA	1
PIEZA RAYADA	1
ROTURA TOTAL	1
ALMACÉN – DESPACHO	4
PIEZA QUIÑADA	1
PIEZA RAYADA	1
ROTURA PARCIAL	1
ROTURA TOTAL	1
Total general	2093
POST TEST	
Procesos	Reposiciones en M2 (Enero - Marzo)
CORTE BOTTERO TEMPLADO	109
PULIDO TEMPLADO	361
ENTALLE - MANUAL TEMPLADO	124
ENTALLE - SKILL GLASS TEMPLADO	15
LAVADORA TEMPLADO	256
HORNO TEMPLADO	63
ALMACÉN – DESPACHO	19
Total general	947

Fuente: Elaborado por los autores

Figura 22. Reposiciones en M2 (enero- marzo)



Fuente: Elaborado por los autores

La tendencia de Reposiciones ha disminuido frente al flujo de los periodos anteriores, por lo que los procesos de pulido y lavado aún están con indicadores altos, por lo que se aplicará el sexto paso de la variable independiente.

Tabla N°23. Fallos en los procesos

Fallas en los Procesos	Cantidad en M2
CORTE BOTTERO TEMPLADO	109
PIEZA CON BURBUJAS	47
ERROR DE PLANEAMIENTO	15
PIEZA DESCONCHADO	9
PIEZA QUIÑADA	8
PIEZA RAYADA	8
PARALELISMO Y ENCUADRE	6
ERROR DE MEDIDA	6
PIEZA CON MANCHAS HONGOS	5
ROTURA PARCIAL	5
PULIDO TEMPLADO	361
PIEZA QUIÑADA	155
ERROR DE MEDIDA	94
FALLA MAQUINA	65
MAL PULIDO	17

PIEZA RAYADA	19
ROTURA TOTAL	11
ENTALLE - MANUAL TEMPLADO	124
MAL ENTALLADO	46
PIEZA QUIÑADA	31
PIEZA RAYADA	18
ROTURA ESPONTANEA	12
ROTURA PARCIAL	9
ROTURA TOTAL	8
ENTALLE - SKILL GLASS TEMPLADO	15
MAL ENTALLADO	7
PIEZA QUIÑADA	4
PIEZA RAYADA	2
ROTURA ESPONTANEA	1
ROTURA PARCIAL	1
LAVADORA TEMPLADO	256
PIEZA QUIÑADA	120
PIEZA DESCONCHADO	35
PIEZA QUIÑADA	30
PIEZA RAYADA	28
ROTURA PARCIAL	23
ROTURA TOTAL	20
HORNO TEMPLADO	63
PIEZA CON BURBUJAS	41
PIEZA CON MANCHAS HONGOS	12
PIEZA DESCONCHADO	4
PIEZA QUIÑADA	2
PIEZA RAYADA	2
ROTURA TOTAL	2
ALMACÉN - DESPACHO	19
PIEZA CON BURBUJAS	12
PIEZA RAYADA	4
ROTURA PARCIAL	2
ROTURA TOTAL	1
Total general	947

Fuente: Elaborado por los autores

Variable Independiente

Dimensión: Takt Time

Tabla 25. Formato Tack Time (Pre-test)

 FORMATO DE TAKT TIME		$Takt\ Time = \frac{TND}{D} \times 100$	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Javier Bramón Yessica Susana	ÁREA:	Producción
ELABORADO POR:	Villegas Medina Félix Miguel	FECHA:	14/05/2021
SEMANAS	TIEMPO NETO DISPONIBLE	DEMANDA	TAKT TIME
Periodo 1	220320	7189	3064.682153
Periodo 2	220320	9296	2370.051635
Periodo 3	220320	8696	2533.578657
Periodo 4	220320	5941	3708.466588
Periodo 5	220320	7474	2947.819106
Periodo 6	220320	7513	2932.516971
Periodo 7	220320	8304	2653.179191
Periodo 8	220320	8119	2713.634684
Periodo 9	220320	7856	2804.480652
Periodo 10	220320	6010	3665.890183
Periodo 11	220320	7855	2804.837683
Periodo 12	220320	7758	2839.907193
Periodo 13	220320	7278	3027.205276
Periodo 14	220320	8780	2509.339408
Periodo 15	220320	8303	2653.498735
Periodo 16	220320	7907	2786.391805

Fuente: Elaborado por los autores.

El cálculo del Takt Time, mantiene el mismo tiempo disponible para todos los vidrios, ya que es el mismo horario de ingreso y salida por la pandemia que estamos pasando, lo que obliga a que trabajemos un solo turno intercalado de 10.2 horas. La producción está establecida a 9 días desde el momento de la compra del vidrio hasta su despacho.

Tabla 26. Formato Takt Time (Post-test)

 CORPORACIÓN Limatambo		FORMATO DE TAKT TIME $\text{Takt Time} = \frac{TND}{D}$	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Javier Bramón Yessica Susana	ÁREA:	Producción
ELABORADO POR:	Villegas Medina Félix Miguel	FECHA:	14/05/2021
SEMANAS	TIEMPO NETO DISPONIBLE	DEMANDA	TAKT TIME
Periodo 17	220320	6386	3450.046978
Periodo 18	220320	6901	3192.580785
Periodo 19	220320	7019	3138.908676
Periodo 20	220320	11638	1893.108782
Periodo 21	220320	9573	2301.472893
Periodo 22	220320	7989	2757.791964
Periodo 23	220320	7474	2947.819106
Periodo 24	220320	8118	2713.968958
Periodo 25	220320	8534	2581.673307
Periodo 26	220320	9170	2402.61723
Periodo 27	220320	10199	2160.211785
Periodo 28	220320	8967	2457.009033
Periodo 29	220320	7323	3008.603032
Periodo 30	220320	9205	2393.481803
Periodo 31	220320	6987	3153.284672
Periodo 32	220320	6991	3151.480475

Fuente: Elaborado por los autores

El cálculo del Takt Time, mantiene el mismo tiempo disponible para todos los vidrios, ya que es el mismo horario de ingreso y salida por la pandemia que estamos pasando, lo que obliga a que trabajemos un solo turno intercalado de 10.2 horas. La producción está establecida a 6 días desde el momento de la compra del vidrio hasta su despacho. Por lo que existen menos reprocesos.

Variable Dependiente:

Dimensión: Cumplimiento de entrega

Los datos extraídos del ERP – SPRING en base a la cantidad de órdenes de producción, son en base a la variable Cumplimiento de entrega la cual está incluido antes de aplicar el estímulo TLS y después de ser aplicado en 8 meses de estudio.

Tabla 27. *Formato de Cumplimiento de Entrega (Pre-test)*

		FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE ENTREGA		$\% \text{Cumplimiento} = \frac{OP-OI}{OP} \times 100\%$
APELLIDOS Y NOMBRES:	Javier Bramón Yessica Susana	ÁREA:	Producción	
ELABORADO POR:	Villegas Medina Félix Miguel	FECHA:	14/05/2021	
SEMANAS	ORDENES PROGRAMADAS	ORDENES INCUMPLIDAS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	
Periodo 1	852	113	86.73708920	
Periodo 2	801	100	87.51560549	
Periodo 3	890	110	87.64044944	
Periodo 4	823	103	87.48481166	
Periodo 5	883	111	87.42921857	
Periodo 6	893	111	87.56998888	
Periodo 7	907	117	87.10033076	
Periodo 8	846	109	87.11583924	
Periodo 9	959	147	84.67153285	
Periodo 10	1079	123	88.60055607	
Periodo 11	988	140	85.82995951	
Periodo 12	902	119	86.80709534	
Periodo 13	1012	105	89.62450593	
Periodo 14	959	123	87.17413973	
Periodo 15	790	106	86.58227848	
Periodo 16	789	109	86.18504436	

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 28. Cumplimiento de entrega (post-test)

		FORMATO DE CUMPLIMIENTO DE ENTREGA		$\% \text{Cumplimiento} = \frac{OP - OI}{OP} \times 100\%$
APELLIDOS Y NOMBRES:	Javier Bramón Yessica Susana	ÁREA:	Producción	
ELABORADO POR:	Villegas Medina Félix Miguel	FECHA:	14/05/2021	
SEMANAS	ORDENES PROGRAMADAS	ORDENES INCUMPLIDAS	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	
Periodo 17	990	92	90.70707071	
Periodo 18	1033	80	92.25556631	
Periodo 19	906	81	91.05960265	
Periodo 20	733	63	91.40518417	
Periodo 21	732	64	91.2568306	
Periodo 22	744	55	92.60752688	
Periodo 23	718	51	92.89693593	
Periodo 24	749	43	94.25901202	
Periodo 25	837	38	95.45997611	
Periodo 26	774	37	95.21963824	
Periodo 27	814	30	96.31449631	
Periodo 28	888	38	95.72072072	
Periodo 29	961	40	95.83766909	
Periodo 30	899	37	95.88431591	
Periodo 31	793	31	96.09079445	
Periodo 32	843	29	96.5599051	

Fuente: Elaborado por los autores

Dimensión dependiente: Productos Rechazados

Los datos extraídos del ERP – SPRING en base a la cantidad de rechazos del cliente, en base a la variable Productos Rechazados la cual está incluido antes de aplicar el estímulo TLS y después de ser aplicado en 8 meses de estudio.

Tabla 29. *Productos Rechazados (pre-test)*

 CORPORACIÓN Limatambo			
FORMATO DE PRODUCTOS RECHAZADOS		$DPM = \frac{CPR}{CP}$	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Javier Bramón Yessica Susana	ÁREA:	Producción
ELABORADO POR:	Villegas Medina Félix Miguel	FECHA:	14/05/2021
SEMANAS	CANTIDAD DE PRODUCTOS RECHAZADOS	CANTIDAD PRODUCIDA	CANTIDAD DE DEFECTOS
Periodo 1	9	7189	13.05922952
Periodo 2	11	9296	12.12741616
Periodo 3	10	8696	11.90099599
Periodo 4	13	5941	22.86935229
Periodo 5	15	7474	23.41498529
Periodo 6	14	7513	19.53725533
Periodo 7	13	8304	17.13720548
Periodo 8	15	8119	21.46808348
Periodo 9	21	7856	29.8999546
Periodo 10	14	6010	28.12680089
Periodo 11	14	7855	22.95153073
Periodo 12	15	7758	24.92322088
Periodo 13	14	7278	20.74638246
Periodo 14	16	8780	18.99245641
Periodo 15	12	8303	16.88807865
Periodo 16	16	7907	21.11941697

Tabla 30. *Productos Rechazados (Post-test)*

			
FORMATO DE PRODUCTOS RECHAZADOS		$DPM = \frac{CPR}{CP}$	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Javier Bramón Yessica Susana	ÁREA:	Producción
ELABORADO POR:	Villegas Medina Félix Miguel	FECHA:	14/05/2021
SEMANAS	CANTIDAD DE PRODUCTOS RECHAZADOS	CANTIDAD PRODUCIDA	CANTIDAD DE DEFECTOS
Periodo 17	11	6386	10.91591006
Periodo 18	7	6901	10.26494352
Periodo 19	7	7019	10.82417994
Periodo 20	7	11638	6.913597276
Periodo 21	8	9573	11.23487644
Periodo 22	6	7989	7.497185207
Periodo 23	7	7474	8.929464909
Periodo 24	4	8118	5.347963353
Periodo 25	3	8534	5.937307732
Periodo 26	2	9170	1.699599811
Periodo 27	4	10199	4.804053244
Periodo 28	2	8967	3.170774898
Periodo 29	3	7323	4.869077997
Periodo 30	2	9205	2.307485358
Periodo 31	2	6987	2.432983683
Periodo 32	0	6991	0

Fuente: Elaborado por los autores

Análisis inferencial

Se analizó los datos obtenidos de la población que fueron evaluados durante 16 semanas antes y 16 semanas después, obteniendo los datos del pre test y post test de la variable dependiente TLS, de igual manera de las dimensiones cumplimiento de entrega, productos defectuosos (DPM), para ello se hace uso del IBM SPSS STATISTICS VISOR, para dar cumplimiento al análisis inferencial, asimismo, se estará definiendo si nuestras dimensiones son paramétricas o no paramétricas, debido a que la muestra de estudio es de 16 semanas, el análisis de normalidad se realiza bajo la prueba de Shapiro- Wilk.

Si los datos <50: Shapiro Wilk

Si los datos ≥ 50 : Kolmorov Smirnov

Variable de TLS

Prueba de normalidad

Ha: La aplicación de TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Regla de decisión.

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Criterio de selección del estadígrafo

Tabla 31. *Criterio de selección del estadígrafo*

Nivel de significancia	Productividad Antes	Productividad Después	Conclusión	Estadígrafo
Sig>0.05	SI	SI	Paramétrico No	T-student
Sig>0.05	SI	NO	paramétrico No	Wilcoxon
Sig>0.05	NO	SI	paramétrico No	Wilcoxon
Sig>0.05	NO	NO	paramétrico	Wilcoxon

Tabla 32. Prueba de normalidad variable TLS

-Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TLS pre test	,157	16	,200*	,943	16	,392
TLS pos test	,108	16	,200*	,974	16	,900

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: De la tabla de pruebas de normalidad se puede observar que en el análisis pre test $0.392 > 0.05$ por lo tanto tiene un comportamiento paramétrico, por otro lado, el análisis post test $0.900 > 0.05$ teniendo un comportamiento paramétrico. Según la regla de decisión, se concluye que para las pruebas de contrastación de hipótesis se hará uso del estadígrafo T-student según el criterio de selección.

Contrastación de hipótesis general

H0: La aplicación de TLS no reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

H1: La aplicación de TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021

Regla de Decisión:

- $H_0: \mu_a \geq \mu_d$
- $H_a: \mu_a < \mu_d$

Dónde:

- μ_a índice de rechazos de producción antes de aplicar TLS.
- μ_d índice de rechazos de producción después de aplicar TLS.

Tabla 33. *Contrastación de la Hipótesis general.*

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
PRETEST	16	121,00	147,00	130,8125	7,58260
POSTEST	16	51,00	67,00	59,1875	4,62196
N válido (por lista)	16				

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

Interpretación: en la tabla de estadísticos descriptivos se puede constatar por medio del análisis de las medias que existe una reducción en el pos test con un valor de 59,1875 referente al pre test con un valor de 130,8125. En tal sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, demostrando que la aplicación de TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Análisis T-Student

$$H_0 : \mu_0 \geq \mu_1$$

$$H_a : \mu_0 < \mu_1$$

Si $p_v \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_v > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 34. *Prueba de muestras emparejadas*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRETEST	130,8125	16	7,58260	1,89565
	POSTEST	59,1875	16	4,62196	1,15549

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

Tabla 35. *Análisis T- Student de la variable TLS*

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PRETEST - POSTEST	71,62500	8,57807	2,14452	67,05407	76,19593	33,399	15	,000

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

Interpretación: del cuadro de prueba de muestras emparejadas queda demostrado que el valor de la significancia es de 0,000, siendo este menor que 0.05, por consiguiente, se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Dimensión Cumplimiento de entrega

Prueba de normalidad

Ha: La aplicación de TLS Incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 36. *Prueba de normalidad Dimensión Cumplimiento de entrega*

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest	,534	16	,000	,276	16	,000

Tabla 37. *Estadísticos descriptivos*

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo		
Pretest	16	1355954991,9375	1970377243,76891	841832216,00	8744799069,00		
Posttest	16	935929957,3750	23034515,27749	901029337,00	974807635,00		
	Posttest	,160	16	,200*	,928	16	,230

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: En la tabla pruebas de normalidad se observa que el análisis pre test $0.000 < 0.05$ por lo tanto tiene un comportamiento no paramétrico, según la regla de decisión por lo tanto para la contratación de hipótesis se hará uso del estadígrafo de wilcoxon según el criterio de selección.

Contrastación de la hipótesis específica 1

H0: La aplicación de TLS no incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

H1: La aplicación de TLS Incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Tabla N° 36 Contrastación de la hipótesis específica 1

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

Interpretación: En la tabla de estadísticos se puede constatar por medio del análisis de las medias que existe una reducción del post test 935929957,3750 referente al pre test con un valor de 1355954991,9375 en tal sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que menciona que La aplicación de TLS Incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Análisis P-valor

Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 38. *Análisis P-valor de la dimensión cumplimiento de entrega*

Estadísticos de prueba^a

	Postest - Pretest
Z	-2,689 ^b
Sig. asin. (bilateral)	,007

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

Interpretación: Realizando el análisis se puede observar que el nivel de significancia de prueba de Wilcoxon aplicada a la dimensión cumplimiento de entrega en el pre test y post test tiene un valor de significancia de $0.007 < 0.05$, debido a esto se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alterna el cual menciona que La aplicación de TLS Incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Dimensión Productos defectuosos

Prueba de normalidad

Tabla 39. *Prueba de normalidad Dimensión Productos defectuosos*

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre- Test de los productos rechazados	,104	16	,200 [*]	,964	16	,727
Post - Test de los productos rechazados	,127	16	,200 [*]	,943	16	,385

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

Interpretación: En la tabla de pruebas de normalidad se observa que el análisis pre test $0.727 > 0.05$ por lo tanto tiene un comportamiento paramétrico, por otro lado, el análisis post test $0.385 > 0.05$ teniendo un comportamiento paramétrico. Según la regla de decisión, para las pruebas de contrastación de hipótesis se hará uso del estadígrafo T- student según el criterio de selección.

Contrastación de la hipótesis específica 2

H0: La aplicación de TLS no reduce el índice de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

H1: La aplicación de TLS reduce el índice de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Tabla 40. *Contrastación de la hipótesis específica 2.*

Pre- Test de los productos rechazados	Media	20.3226
	Desv. Desviación	5.25391
	Mínimo	11.90
	Máximo	29.90
Post - Test de los productos rechazados	Media	6.0718
	Desv. Desviación	3.62034
	Mínimo	.00
	Máximo	11.23

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

Interpretación: En la tabla 39 se puede constatar por medio del análisis de las medias que existe una reducción del post test 6.0718 referente al pre test con un valor de 20.3226. En tal sentido se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que menciona que La aplicación de TLS reduce el índice de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Análisis T-Student

$$H_0 : \mu_0 \geq \mu_1$$

$$H_a : \mu_0 < \mu_1$$

Si $p_v \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_v > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 41. *Prueba de muestras emparejadas de la dimensión productos defectuosos.*

Prueba de muestras emparejadas

Par	Pre- Test de los productos rechazados - Post - Test de los productos rechazados	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
		14.25081	7.72677	1.93169	10.13351	18.36811	7,377	15	,000

Fuente: IBM SPSS Statistics Subscription

Interpretación: Realizando el análisis se puede observar que el nivel de significancia de la prueba T-Student aplicada a la dimensión costo indirecto de fabricación en el pre test y post test tiene un valor de significancia de 0,000, debido a esto se rechaza la hipótesis nula y se afirma la hipótesis alterna el cual menciona que La aplicación de TLS reduce el índice de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.

Análisis Económico y Financiero

HERRERA, VELASCO, DENEN Y RADULOVICH. Mencionan que: El análisis económico financiero provee técnicas para “actualizar” los valores económicos que se podrían dar en el futuro en cualquier actividad, dada una tasa de interés específica [...], para llevar a cabo un análisis económico y financiero se aplican distintos índices para apreciar el grado de eficiencia en la utilización de los recursos, entre ellos se tiene: flujo de fondos, Valor actual neto (VAN), y tasa interna de retorno (TIR) (p.51). (HERRERA, y otros, 1994)

Costos de implementación inversión

VAN

ORTEGA DE LA POZA (2017), Se define como la diferencia entre el valor actual del flujo de caja futuros generados por la inversión y el desembolso inicial (p.76) (ORETGA DE LA POZA, 2017)

Cálculo de VAN del presente proyecto de inversión.

Se utiliza la siguiente formula:

$$VAN = -Inv. + \sum_{j=1}^n \frac{Fj}{(1+i)^j}$$

Donde:

Fj : flujo de caja en el periodo j

Inv : inversión en el periodo cero

i : tasa de descuento

n : número de periodos y horizonte de evaluación

Los datos obtenidos de la hoja de cálculo del proyecto de inversión están contenidos en la siguiente tabla con 4 años de inversión, con un coste de capital de 10%.

Tabla 42. *Ingresos y egresos durante el periodo de estudio*

Periodo anual	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Inversión	2000				
Ingresos		5950	25025	34700	34700
Egresos			16771.03	18354.78	18354.78

Fuente: Elaborado por los autores.

Aplicando la fórmula del VAN al cuadro anterior:

$$VAN = -2000 + \frac{5950}{(1+0.1)^1} + \frac{8253.97}{(1+0.1)^2} + \frac{16345.22}{(1+0.1)^3} + \frac{16345.22}{(1+0.1)^4}$$

$$VAN = 15674.97$$

Como se observa el VAN es positivo, lo que indica que existe una rentabilidad en el proyecto.

Análisis Beneficio Costo

Tabla 43. Montos del flujo de caja del periodo

Periodo		Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Inversión		2000				
Flujo de caja			5950	8253.97	16345.22	16345.22

Fuente: Elaborado por los autores.

TIR

Keat y Young (2004), Es la tasa de interés que equivale el valor presente de flujos de entrada con el valor presente de flujos de salida, es decir que el valor presente neto del proyecto sea igual a cero (p.596). (KEAT, y otros, 2004)

Cálculo del TIR, tasa interna de rendimiento o tasa de retorno del presente proyecto de inversión. En este cálculo se calcula el TIR cuando el VAN es cero, es decir cuando no existe ganancia ni pérdida.

Es necesaria la siguiente formula:

$$VAN = -Inv. + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1 + TIR)^j}$$

$$0 = -Inv. + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1 + TIR)^j}$$

Se calculó con el siguiente flujo de caja

$$0 = -2000 + \frac{5950}{(1 + TIR)^1} + \frac{8253.97}{(1 + TIR)^2} + \frac{16345.22}{(1 + TIR)^3} + \frac{16345.22}{(1 + TIR)^4}$$

Se realiza el siguiente reemplazo.

$$(1 + TIR) = x \dots(@)$$

$$0 = -2000 + \frac{5950}{(x)^1} + \frac{8253.97}{(x)^2} + \frac{16345.22}{(x)^3} + \frac{16345.22}{(x)^4}$$

multiplicando toda la expresion anterior por "x⁴" obtenemos:

$$0 = -2000x^4 + 5050x^3 + 7239,93x^2 + 8639.93x + 8639.93$$

Se obtienen las siguientes raíces:

$$x_1 = -0.159 - 0.8813i$$

$$x_2 = -0.748$$

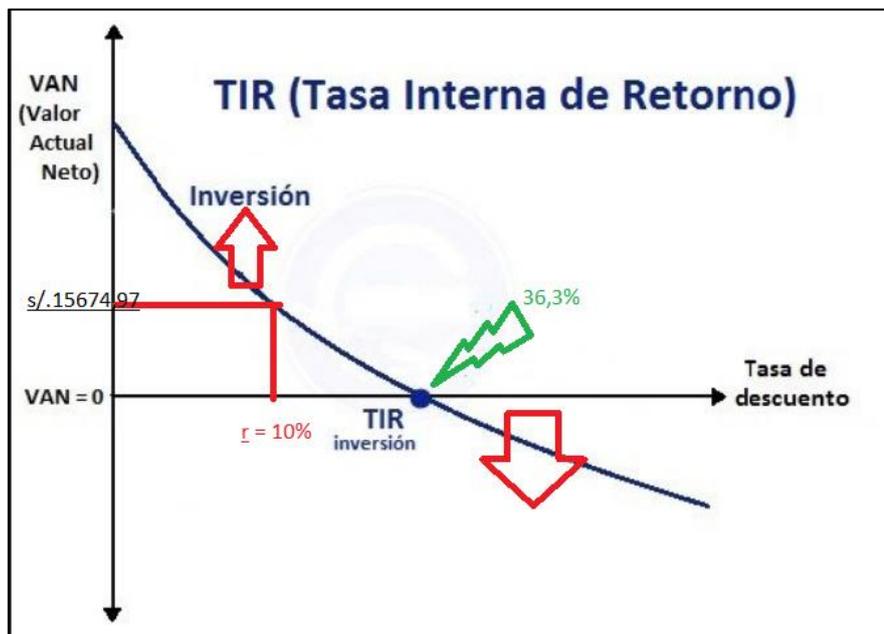
$$x_3 = -0.159 + 0.8813i$$

$$x_4 = 1.363$$

Siendo la única solución posible es la 4ta raíz; se reemplaza en la expresión @

$$(1 + TIR) = 1.363 \rightarrow TIR = 0.363 \text{ o } 36,30 \%$$

Figura 23. TIR (tasa interna de Retorno)



Fuente: Sevilla, Andrés (2014)

En el gráfico observamos que la TIR debe ser menor de 16,09% para que el proyecto sea rentable, es decir que si “r” o el coste de capital tiende a disminuir el proyecto resulta más atractivo para el inversionista; caso contrario que si “r” o el coste de capital crece el proyecto se debe rechazar, en tal (PÉREZ, y otros, 2013) nos manifiestan que el enfoque de rentabilidad basado en ganancias económicas sólo se logra a través del uso de recursos que requiera cada proceso, por lo que en lo general las mejoras están basados en términos porcentuales” (p.45).

V. DISCUSIÓN

Luego de los hallazgos y resultados obtenidos, luego de la aplicación del aporte que fue la metodología TLS, enfocado en mejorar el nivel de producción de la línea de productos templado en la empresa de estudio, se procedió a realizar las discusiones de nuestros resultados con respecto a otros hallazgos de autores mencionados como antecedentes.

Primera discusión

Como punto inicial de discusión se consideró el análisis de la primera dimensión de la variable independiente, cuyos resultados luego del cálculo del Takt Time el cual se muestra en la tabla 12, mantiene el mismo tiempo disponible para todos los vidrios, ya que es el mismo horario de ingreso y salida por la pandemia que estamos pasando, lo que obliga a que trabajemos un solo turno intercalado de 10.2 horas. Por otro lado, al tener menos reprocesos de los vidrios, permite fabricar mayores cantidades por día, por lo que el tiempo de entrega ha disminuido de 9 días a 6 días, este resultado coincidió con el resultado obtenido por lo investigado por Murillo (2020) quien en su estudio, ya que demuestra el efecto de la aplicación de Lean Six Sigma con una disminución de los tiempos de entrega de 32 horas a 18 horas en el proceso de calibración, Así mismo, el autor recomendó que en el futuro se analice otras herramientas de la metodología LSS que podrían seleccionarse; para nuevos proyectos de reducción de tiempo que se puedan implementar más adelante para reducir el tiempo de entrega en el proceso de calibración del Servicio de Electrónica (SELEC) de la F.A.P.

Segunda discusión

Como segundo punto de discusión se menciona a otra indicador de nuestra variable independiente, el cual es el índice de rechazos de producción cuyos resultados indicaron que mejoró en gran medida, siendo de 12% a 3,4% todo está demostrado mediante el análisis DPM, ya que es el indicador que calcula la cantidad de productos defectuosos en toda la línea de producción de vidrio templado, los datos obtenidos de las dimensiones son similares con los resultados que obtuvo el autor Bazán y Chávez (2020) quién aplicó un modelo integrado de Lean, Six Sigma y Teoría de Restricciones aplicado a la industria peruana de muebles de madera.

Como resultado del estudio se concluyó que se pudo reducir en 5% el tiempo producción de muebles y se reflejó en el aumento del índice de capacidad y es así como se eleva el six sigma a 4, esto significó que el proceso de producción fue capaz de fabricar muebles en el tiempo especificado y darles atención a los clientes en un tiempo prometido. Por lo que el análisis six Sigma es aplicable en la industria de cantidades considerables de productos.

Tercera discusión

En este punto de la discusión se presenta los resultados acerca del indicador que es el cumplimiento de entrega asociado a la variable dependiente; estos se ponen en evidencia en la tabla 13, donde los números indican se mejoró de 86% a 95% por lo que los pedidos fueron entregados a tiempo en gran medida, la cantidad de los productos incumplidos era debido a factores como los reprocesos, al aplicar las herramientas de calidad disminuyeron los fallos. Los resultados obtenidos coincidieron con los resultados obtenidos por Estrada (2018) quien aplicó la implementación del modelo integrado TOC – LEAN para la mejora de los indicadores de gestión en el departamento de licitaciones de una empresa del sector consultoría y construcción, utilizó como muestra a la empresa, contando con cada uno de los departamentos y áreas que complementan y de sus obras que ejecuta. Se pudo conseguir un resultado del estudio en el que se concluye que con la implementación del TOC–LEAN, se mejoró los indicadores de Gestión en el Departamento de licitaciones de la empresa, además, el tiempo de atención y cumplimiento de entrega de obras mejoró en un 12% por lo que el autor recomienda aplicar las herramientas de calidad a las organizaciones de servicios y manufactura.

Cuarta discusión

Respecto a unos de los desperdicios que esta metodología estuvo enfocada en resolver es referido a la cantidad de productos defectuosos o mermas generados durante el proceso de producción de los vidrios; los cuales disminuyeron de 8% a 5,3% por lo que la integración de la metodología de mejora continua TLS genera que en los procesos haya menos desperdicios, por lo que es coinciden con el análisis de López (2017) quien aplica el efecto de la implementación de TLS para mejorar la productividad en la planta de procesos de la Corporación Miyasato S.A.C. El investigador, utilizó como muestra a la línea de templado de la división de

vidrios. Concluyendo que con la implementación del modelo de Gestión TLS, logrando incrementar la productividad, además se pudo reducir la merma, de 6.4% a 4.3%, por lo que se recomienda que en el futuro la implementación de iTLS™ se podrá reducir la merma con la implementación de herramientas de ingeniería, esto permitirá mantener el control de los pedidos y la satisfacción del consumidor al momento de recibir sus productos en perfectas condiciones.

Quinta discusión

Otro punto relevante asociado también a los hallazgos de nuestra investigación es referido al análisis de los costos que fue posible desarrollar, para estos se realizaron estimaciones acerca de los costos e ingresos proyectados en los que se incurrieron a lo largo del estudio. Este análisis respaldado con las teorías estudiadas o citadas se pudo obtener resultados favorables respecto al beneficio que muestra la aplicación de dicho estudio. Como otro punto de discusión, se consideró los costos de producción, por lo que la cantidad considerada en el Van es considerable que el proyecto es viable, con ahorros de S/16, 000 en el periodo de implementación de la metodología de calidad TLS, con ello, Pérez (2016) en su estudio: “El impacto de Lean Six Sigma en organizaciones latinoamericanas y sus factores críticos de éxito” .Para su investigación, el autor tuvo como muestra organizaciones de distintos giros en diferentes países latinoamericanos que pudieran tener en común la aplicación de la metodología Lean Six Sigma al menos en 1 año. Al implementar, la metodología Lean Six se logró un impacto en reducción de los costos operativos de \$12 000, y la reducción de fallas en los procesos, productos y servicios. Por último, propone una reflexión sobre la nueva percepción de estas metodologías de calidad, dando a conocer que pueden ser enfocadas para nuevos proyectos de investigación.

Sexta discusión

En este punto de discusión al igual que el punto cuarto de este apartado de discusiones, también se menciona otro aspecto relevante de la metodología TLS, que está referido a los movimientos repetitivos o tiempo de espera; lo cual genera tiempos muertos o tiempos improductivos. Con la aplicación de una de las herramientas como lo es el Lean manufacturing aplicado en el área de producción en la planta de vidrios, la cantidad de horas de ocio disminuyó de 6% a 2% debido

a que la línea de producción se mantuvo en constante mejora continua, por lo que los datos obtenidos coinciden con los del autor Añaguari (2016) quien hizo su estudio sobre la integración del lean manufacturing y seis Sigma. Aplicación Pymes. la investigadora menciona que se cumple con los objetivos de la investigación demostrando que la integración de Lean y Six Sigma si es posible mediante el DMAIC para cada una de las fases del proyecto y adecuarlo a lo que requiere la empresa. En tal sentido las horas de trabajo aumentaron en un 14% por lo que las horas de ocio disminuyeron se 12 % a 5% teniendo una mayor cantidad de productividad. Además, recomienda que Lean Six Sigma requiere analizar un sistema para poder aplicar cualquier herramienta, antes de implementarla se necesita realizar un análisis de las variables de entrada y salida que forman parte del proceso.

Séptima discusión

En este último punto de este aparatado de discusiones de la investigación se consideró resaltar los resultados que se obtuvieron de ambas variables de estudio, en principal del resultado que obtuvo la variable dependiente el cual gracias al aporte de la aplicación del TLS sobre el área que presentó el problema del estudio se pudo mejorar sus niveles de producción; esto también debido al diseño experimental del estudio el cual quedó demostrado los cambios o efectos que se reflejaron en los niveles de producción respaldados por los indicadores planteados en este estudio cuyos resultados permitieron alcanzar los objetivos del estudio y dar por válido la hipótesis general planteado. Por lo que la empresa en estudio también consideró importante señalar que los mapeos de TOC se mantuvieron en toda las líneas de producción, contribuyendo a identificar los cuellos de botella que generaban reprocesos en la empresa Montoya (2014) en su tesis “Evaluación de la aplicación producir para disponibilidad (M.T.A) de teoría de restricciones en la empresa Latexport S.A.S”.En su estudio, el autor tuvo como objeto de estudio el área de almacén de la empresa indicada. Detalló que TOC permite ver resultados inmediatos para hacer una evaluación a corto plazo, también para tomar acciones correctivas o preventivas de un indicador determinado, para mejorar las actividades y así poder hacer cambios de acuerdo al mejoramiento continuo.

VI. CONCLUSIONES

1. La aplicación de Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma, reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021, de manera cuantitativa se puede evidenciar en las Tablas N°20 y N°22, donde se puede observar que el índice de rechazo de producción redujo de un 68,85% a un 31,15% al implementar de las metodologías de mejora continua, por lo que la cantidad de reprocesos bajó en gran medida. Para lograr la reducción, se enfocó la primera herramienta Teoría de Restricciones, iniciando con el diagnóstico minucioso de cada uno de los cuellos de botella en cada uno de los procesos, de esta manera, se procede a eliminarlos, y para ello, se aplica Lean Manufacturing, en dos procesos que inducían un alto índice de fallos en el producto, tales como pulido y lavado. Para controlar la variabilidad de las mejoras, se aplica Six Sigma, la última herramienta de mejora continua, por lo que el objetivo planteado es mantener una variabilidad baja.

2. En segunda instancia, la aplicación de las metodologías Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma, contribuyeron a aumentar el cumplimiento de entrega de un 86% a un 95% por lo que, la cantidad de reprocesos en los vidrios por fallos en el área de pulido se redujo de un 76,59% a un 23,41 % mientras que, en el área de lavado se ha reducido los fallos de un 74,74% a un 28,26% las herramientas Lean Manufacturing que controlaron la cantidad de fallos son: 5'S, AMEF, Poka Yoke, de esta manera, se generó satisfacción por parte del cliente al momento de recibir sus vidrios, ya que cumple con sus instalaciones programadas

3. Si nos enfocamos en la aplicación de la última metodología de calidad, Six Sigma, ha mantenido una variabilidad de 3,4 por lo que, La aplicación del TLS reduce la cantidad de productos defectuosos en la línea de producción, y esto se ve identificado en la reducción de un 8% de los niveles de Sigma en las últimas 4 semanas después de la aplicación de las herramientas de calidad, en general, el nivel del Sigma llegó a 3,4 defectos por millón de oportunidades, por lo que en un nivel aceptable

VII. RECOMENDACIONES

Luego de concluir con la presente investigación y haber evidenciado el impacto del TLS se logra cumplir con los objetivos propuestos:

1. Las herramientas de calidad tales como Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma que fueron aplicadas en la empresa templados Limatambo y que contribuyeron con la reducción de rechazos, la recomendación brindada es que debe seguir siendo aplicada, continuando con un orden y una supervisión, ya que la rotación de personal puede quebrantar lo mejorado hasta el último mes de evaluación. Por otro lado (Teoría de restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma) puede servir para futuras investigaciones de carácter científico. Ya que está enfocado en 6 pasos, adaptados de diferentes autores y libros de trascendental importancia a nivel global.
2. Por otro lado, Las herramientas aplicadas de nuestra variable independiente tales como Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing Y Six Sigma, y basados en formatos de control y capacitaciones, tienen como recomendación, seguir siendo aplicadas en la planta de vidrios templados Limatambo, ya que la dimensión cumplimiento de entrega de la variable dependiente mejoró de manera satisfactoria, logrando un gran nivel de satisfacción en los clientes. Además, se debe seguir mejorando el tema de calidad.
3. También, la integración de las herramientas de calidad tales como Teoría de Restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma aplicados en los procesos de la planta de vidrios templados Limatambo. S.A.C, que lograron reducir la cantidad de productos defectuosos, se recomienda generar un plan de capacitaciones trimestral en temas de pulido, lavado y entalle ya que son los procesos más críticos de templados Limatambo donde incurren la mayor cantidad de reposiciones.

REFERENCIAS

- AGUILERA, C.I., 2000. Un enfoque gerencial de la teoría de restricciones. *Estudios gerenciales*, no. 77, pp. 53-69. ISSN 01235923.
- AÑAGUARI, M., 2016. *Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes* [en línea]. Tesis de maestría. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/72921>
- ARÉVALO, J., 2013. Gestión estratégica: Six Sigma, Lean, product life cycle management y teoría de restricciones (TOC). *Gestión estratégica (132)*, vol. 12. ISSN 19006241.
- BAENA, G., 2014. *Metodología de la investigación*. México: Editorial Patria S.A. de C.V. ISBN 9786077440031.
- BAZÁN, K. y CHÁVEZ, C., 2020. *Un modelo integrado de Lean, Six Sigma y Teoría de Restricciones aplicado a la industria peruana de muebles de madera* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2020. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651563>
- BETANCUR, M., 2016. *Metodologías de mejoramiento e incremento de la competitividad* [en línea]. Tesis de maestría. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT. Disponible en: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/11254>
- BOB, S., 2019. *Teoría de Restricciones, Metodología de Mejora Lean y Six Sigma* [en línea]. B/W Illustrations. [consulta: mayo 2021]. ISBN 9780367247096. Disponible en: <https://www.routledge.com/Theory-of-Constraints-Lean-and-Six-Sigma-Improvement-Methodology-Making/Sproull/p/book/9780367247096>
- CABALLERO, A., 2014. *Metodología integral innovadora para planes y tesis: La metodología del cómo formularlos*. México, D.F.: Cengage Learnig Editores. ISBN: 9786075191829
- CABRERA, R., 2017. *Desarrollo e implementación de una nueva metodología para la integración de Lean Six Sigma/Teoría de las Restricciones en una línea de producción de bajo volumen alta mezcla* [en línea]. Tesis de maestría. Monterrey, México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Disponible en: <https://repositorio.tec.mx/ortec/handle/11285/570007>
- CHÁVEZ, C. y MÉNDEZ, J., 2014. *Aplicación de la manufactura lean a un proceso de troquelado* [en línea]. Tesis de pregrado. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/5449>

- COCK, S., 2015. *Eficiencia y Productividad: Propuesta y desarrollo de prácticas al interior del aula en clase* [en línea]. [consulta: mayo 2021]. ISBN: 9789587222340. Disponible en: <https://www.librosyeditores.com/ingenieria/6781-eficiencia-y-productividad-propuesta-y-desarrollo-de-practic-as-al-interior-del-aula-de-clase--9789587222340.html>
- DORBESSAN, J., 2016. *Las 5S, herramienta de cambio convierte la organización en una organización de aprendizaje* [en línea]. Tesis de pregrado. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional. Disponible en: http://www.eduecne.utn.edu.ar/5s/5s_inicio.pdf
- ECHEVERRY, F, GONZALEZ, H y MARULANDA, N. 2018. Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia. *Escuela de Administración de negocios*, vol. 1, no. 85, pp. 199-218. ISSN 0120-8160.
- ESPIÑOZA, J., 2018. *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la línea de ensamble del proceso de producción de grupos electrógenos utilizando las herramientas de la metodología TLS (Teoría de las restricciones “TOC” – Lean Manufacturing – Six Sigma)* [en línea]. Tesis de maestría. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13290>
- ESTRADA, J., 2018. *Implementación del modelo integrado TOC – LEAN para la mejora de los indicadores de gestión en el departamento de licitaciones de una empresa del sector consultoría y construcción* [en línea]. Tesis de maestría. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/xmlui/handle/URP/1671>
- FERNÁNDEZ, S., CORDERO, J. y CÓRDOBA, A., 2002. *Estadística descriptiva* [en línea]. 2ª. ed. Madrid: ESIC. [consulta: mayo 2021]. ISBN: 8473563069. Disponible en: <https://bit.ly/3B0pgwW>
- FIDIAS, G., 2012. *Proyecto de investigación, Introducción a la metodología científica*. 6a. ed. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme. ISBN 9800785299.
- FRANCISCO, R., 2015. *Las 5S. Orden y Limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: Editorial Fundación Confemetal. ISBN s.n.
- GIL, J. 2008. *COMT004PO: Fundamentos de Atención al Cliente*. [en línea]. España: Editorial Elearning S.L. ISBN: 9788418214813. Disponible en: <https://bit.ly/3APLrpu>
- GÓMEZ, S., 2012. *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Red Tercer Milenio S.C. ISBN 9786077331490.
- HERNÁNDEZ, L. y VILLA, I., 2019. *Diseño de propuestas de mejoramiento del área de ensamble y empaquetado de la empresa IDEAS Metálicas LTDA mediante la metodología de las 5's y la gestión visual* [en línea]. Tesis de pregrado. Cartagena de Indias: Universidad Tecnológica de Bolívar. Disponible en: <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/669>

- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, M. del P., 2014. *Metodología de la investigación*. 6ª. ed. México, D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, s.a. de C.V. ISBN 9781456223960.
- HERRERA, F., VELASCO, C., DENET, H. y RADULOVICH, R., 1994. *Fundamentos de Análisis Económico*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. ISBN: 9977571783.
- ICART, T., ISAZ, C. y PULPÓN, A., 2006. *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. [en línea]. Barcelona: Ediciones de la Universitat de Barcelona. ISSN 848338485X.
- ICART, T., ISAZ, C. y PULPÓN, A., 2019. *Cómo elaborar y presentar un proyecto de investigación, una tesina y una tesis* [en línea]. 2ª. ed. Barcelona: Ediciones de la Universitat de Barcelona. ISBN 9788447535989.
- KEAT, P. y YOUNG, P., 2004. *Economía de empresa*. 4ª. ed. México: Pearson Editorial. ISBN 9702604419.
- LOPEZ, C., 2017. *Implementación de TLS para mejorar la productividad en la planta de procesos de la Corporación Miyasato S.A.C.* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6618>
- MADARIAGA, F., 2013. *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos directos* [en línea]. s.l.: Bubook Publishing S.L. ISBN 9788468628141.
- MARTINEZ, L., 2006. *Gestión del cambio y la innovación en la empresa. Un modelo para la innovación empresarial* [en línea]. s. l.: Ideaspropias. ISBN: 9788498390087.
- MONTOYA, A., 2017. *Evaluación de la aplicación producir para disponibilidad (M.T.A) de teoría de restricciones en una empresa dedicada a la producción de artículos en látex, caso Latexport S.A.S.* [en línea]. Tesis de pregrado. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Envigado. Disponible en: <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2132>
- MURILLO, E., 2020. *Aplicación de Lean Six Sigma para reducir tempo de entrega en el proceso de calibración del SELEC de la F.A.P.* [en línea]. Tesis de pregrado. Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3985>
- NIÑO, V.M., 2011. *Metodología de la Investigación: Diseño, ejecución e informe*. 2ª. ed. Bogotá, Colombia: Editores de la U. ISBN: 9789587920758.
- ORTEGA DE LA POZA, R., 2017. *Fundamentos de Dirección Financiera*. [en línea]. Madrid, España: Esic Editorial. ISBN 9788417129958.

- PÉREZ, H., 2016. *El impacto de Lean Six Sigma en organizaciones latinoamericanas y sus factores críticos de éxito* [en línea]. Tesis doctoral. Guadalajara, México: Universidad Antropológica de Guadalajara. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11117/3873>
- PÉREZ, J. y GARDEY, A., 2013. Definición de Administrativo. *Definición.de* [en línea]. [consulta: marzo 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/administrativo/>
- RAJADELL, M. y SÁNCHEZ, J.L., 2011. *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. 2ª. ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. ISBN 9788479785154.
- REY, F., 2015. *Las 5S. Orden y Limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: Editorial Fundación Confemetal. ISBN s.n.
- SANTOS, J., WYSK, R y TORRES, J.M., 2010. *Mejorando la producción con Lean Thinking*. [en línea]. 2ª. ed. Madrid, España: Ediciones Pirámide. ISBN 9788436832822.
- THEODORE, A., 2018. Introducción a la Ingeniería Estadística y Lean Six Sigma [en línea]. 3ª. ed. USA: Springer. ISBN 9781447174202. Disponible en: <https://bit.ly/3xUT4ci>
- VALDERRAMA, S., 2014. *Pasos Para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. 2a. ed. Lima, Perú: Editorial San Marcos EIRL. ISBN 97861123028787.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables – Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
TOC, LEAN, SIX SIGMA (TLS)	(Bob Sproull, 2019) La integración de la Teoría de restricciones, Lean Manufacturing y Six Sigma, son técnicas, herramientas y metodologías de los tres enfoques en pasos de integración y tiene como objetivo reducir los plazos de entrega, eliminando la restricción, los residuos y controlando el proceso de variabilidad, esta entrega de productos provoca aumento	Aplicar los 6pasos de la integración de las metodologías (Toc, Lean, Six Sigma)	6 Pasos (Etapas de integración) (Bob Sproull, 2019 p. 34)	1. Movilizar y enfocar $VSM = Cp \times \frac{TRT}{TTT}$ Leyenda: VSM: Value Stream Mapping (Actual) Cp: Capacidad proyectada TRT: Tiempo real de trabajo TTT: Tiempo teórico de trabajo	Razón
				2. Decidir cómo explotar la restricción. $\text{Takt Time} = \frac{TND}{D} \times 100$ Leyenda: TND: Tiempo neto disponible D: Demanda	Razón
				3. Eliminar las fuentes de residuos de la restricción 5's: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke $\% \text{ Cumplimiento } 5s = \frac{PO}{PT} \times 100\%$ Leyenda: PO: Puntaje obtenido PT: Puntaje total	Razón

	de la satisfacción del cliente (p.34).			<p>AMEF (NPR) = GO x S x D</p> <p>NPR: Número prioritario de riesgos GO: Grado de Ocurrencia S: Severidad D: Detección</p>	Razón
				<p>4. Controlar la variabilidad y el error del proceso.</p> $DPMO = \frac{CPR}{CP} \times 10^6$ <p>Leyenda: DPMO: Defectos por millón de oportunidades. CPR: Cantidad de productos rechazados. CP: Cantidad producida.</p>	Razón
				<p>5. Eliminar la restricción y estabilizar</p> $PY = \frac{PPDTE}{PT} \times 100$ <p>Leyenda: PY: Poka Yoke PPDTE: Productos producidos dentro del tiempo de entrega PT: Pedidos totales</p>	Razón
				<p>6. Eliminar la restricción y estabilizar</p> $VSM = Cp \times \frac{TRT}{TTT}$ <p>Leyenda: VSM: Value Stream Mapping (Futura) CP: Capacidad proyectada TRT: Tiempo Real de Trabajo TTT: Tiempo Teórico de Trabajo</p>	Razón

Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de la Variable Dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Índice de rechazos	(Valencia 2014) manifiesta lo siguiente: “Los rechazos desde producción, se debe tomar en cuenta que está enlazado con el cumplimiento de entrega y los productos defectuosos. La satisfacción del cliente es sin duda el primero de los puntos a resolver debido a ser este el motor y punto inicial de la cadena de procesos y la manera de corresponder un buen servicio es a través de los despachos entregados a tiempo, (Pág. 33)	Entrega de los productos terminados al cliente (órdenes Programadas, Ordenes Incumplidas)	Cumplimiento (Valencia 2014, p. 125)	$\text{Cumplimiento} = \frac{OP-OI}{OP} \times 100\%$ <p>Leyenda: OP: Ordenes Programadas OI: Ordenes Incumplidas % Cumplimiento</p>	Razón
			Productos Defectuosos (Benites 2017, p.75)	$DPM = \frac{CPR}{CP}$ <p>Leyenda: DPM: Defectos por millón CPD: Cantidad de Productos Rechazados CP: Cantidad Producida</p>	Razón

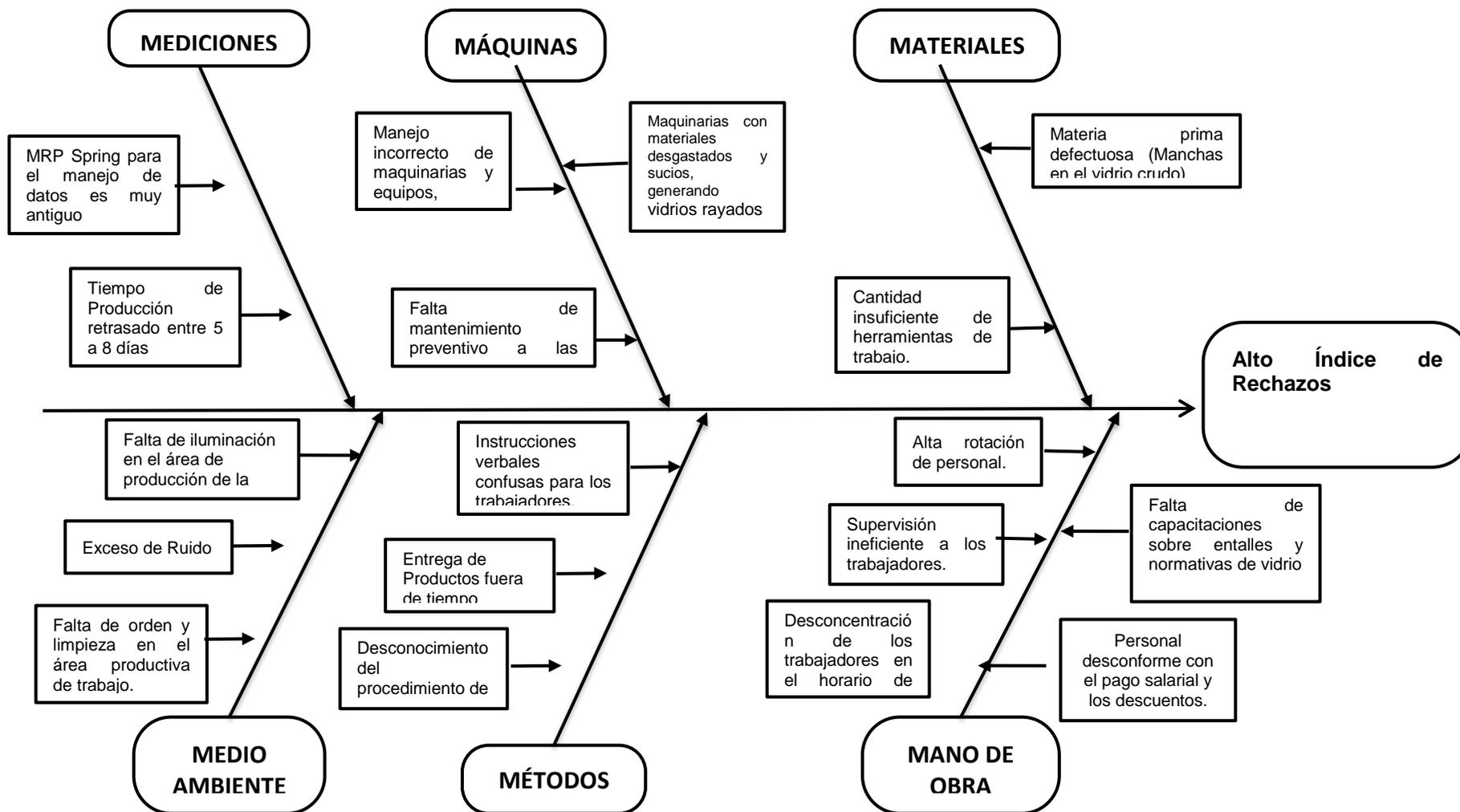
Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 3. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIÓTESIS GENERAL	VARIABLES DE ESTUDIO
PG: El problema general de la investigación fue: ¿En qué medida la aplicación de TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.?	OG: El objetivo general es Determinar la aplicación de TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.	HG: La aplicación de TLS reduce el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021..	VARIABLE INDEPENDIENTE: X: TOC, LEAN, SIX SIGMA DIMENSIONES: - 6 Pasos (Etapas de integración)
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFAS	
PG1: ¿En qué medida la aplicación de TLS incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.?	OE1: Determinar si la aplicación de TLS incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021	HE1: La aplicación de TLS incrementa el cumplimiento de entrega de los productos terminados en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.	VARIABLE DEPENDIENTE: Y: PRODUCTOS RECHAZADOS -Cumplimiento de entrega -Productos Defectuosos
PG2: ¿En qué medida la aplicación de TLS reduce la cantidad de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.?	OE2: Determinar si la aplicación de TLS reduce la cantidad de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.	HE2: La aplicación de TLS reduce la cantidad de productos defectuosos en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021.	

Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 4. Diagrama de Ishikawa

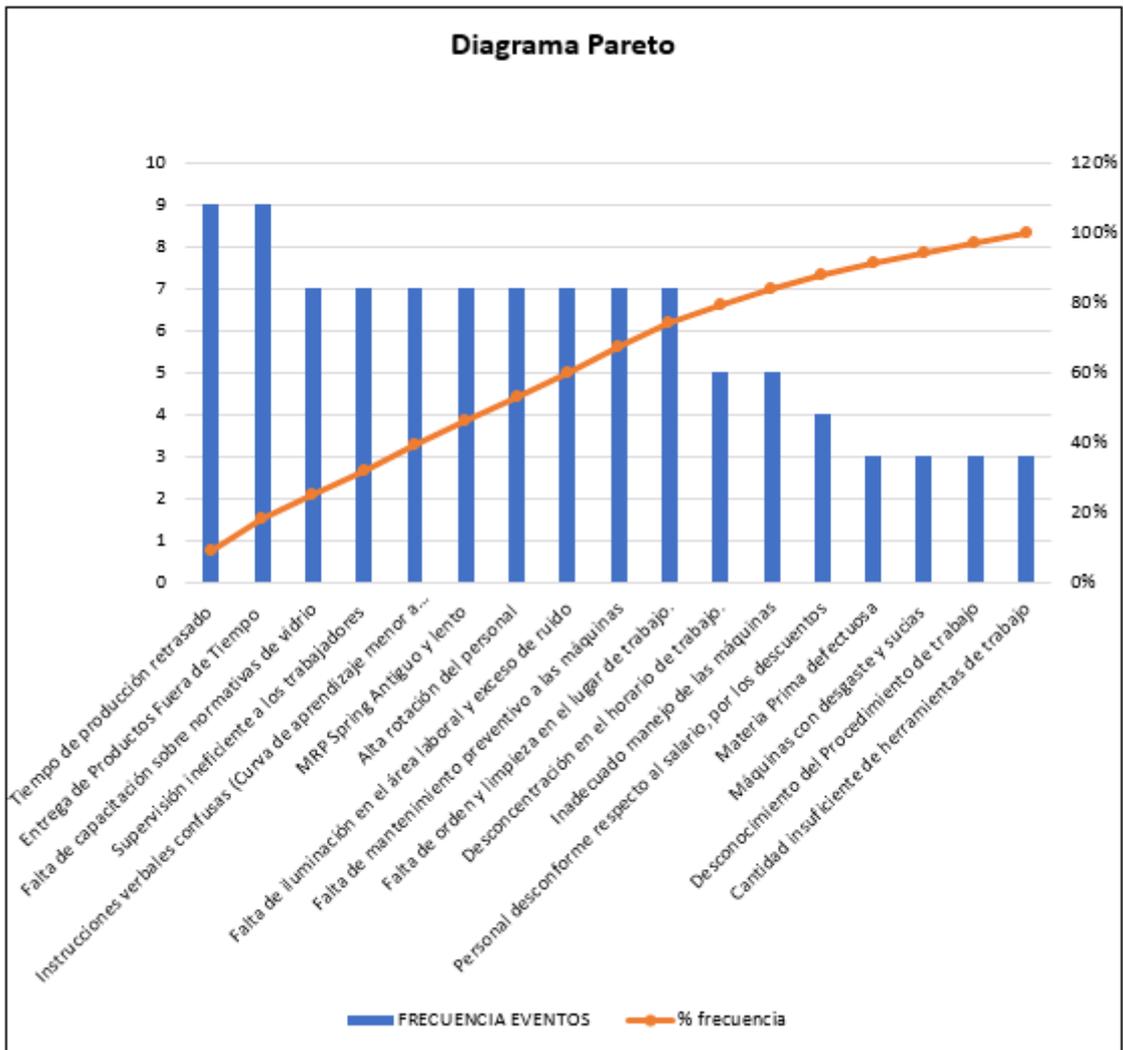


Anexo 5. Cuadro de Frecuencias- diagrama de Pareto

CAUSAS	FRECUENCIA EVENTOS	% frecuencia	Frecuencia Acumulada
Tiempo de producción retrasado	9	9%	9
Entrega de Productos Fuera de Tiempo	9	18%	18
Falta de capacitación sobre normativas de vidrio	7	25%	25
Supervisión ineficiente a los trabajadores	7	32%	32
Instrucciones verbales confusas (Curva de aprendizaje menor a 50% de operarios nuevos que desconocen el procedimiento de trabajo)	7	39%	39
MRP Spring Antiguo y lento	7	46%	46
Alta rotación del personal	7	53%	53
Falta de iluminación en el área laboral y exceso de ruido	7	60%	60
Falta de mantenimiento preventivo a las máquinas	7	67%	67
Falta de orden y limpieza en el lugar de trabajo.	7	74%	74
Desconcentración en el horario de trabajo.	5	79%	79
Inadecuado manejo de las máquinas	5	84%	84
Personal desconforme respecto al salario, por los descuentos	4	88%	88
Materia Prima defectuosa	3	91%	91
Máquinas con desgaste y sucias	3	94%	94
Desconocimiento del Procedimiento de trabajo	3	97%	97
Cantidad insuficiente de herramientas de trabajo	3	100%	100
Total	100		

Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 6. Diagrama de Pareto



Anexo 7. Carta de Autorización



Lima, 16 de mayo del 2021

Señores:

Villegas Medina, Félix Miguel
Javier Bramón, Yéssica | Susana

Estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la
Universidad César Vallejo

ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN

Yo Boris Francisco Alva Mori, identificado con DNI 70345628, en mi calidad de representante legal de la empresa Templados Limatambo S.A.C., autorizo a los Señores antes mencionados, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, de la Universidad César Vallejo – Sede Lima Este, a utilizar información de la empresa que los estudiantes consideren relevantes para el desarrollo del proyecto de tesis denominado **“Aplicación del TLS para reducir el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, Lima, 2021”**. Los estudiantes se comprometen a hacer buen uso de los datos e información que puedan recopilar de los diferentes medios como archivos electrónicos, formatos y archivos físicos que la empresa pone a su disposición para los efectos de llevar a cabo el desarrollo de su investigación. Se reitera que la información debe ser de uso exclusivo para llevar a cabo la investigación de su tesis. De considerar necesario se autoriza a los estudiantes la publicación de su investigación en el medio que considere su Universidad.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Industrial.

Atentamente,

TEMPLADOS LIMATAMBO S.A.C.

BORIS ALVA MORI
Sub-Gerente

Boris Alva Mori

Anexo 8. Presupuesto

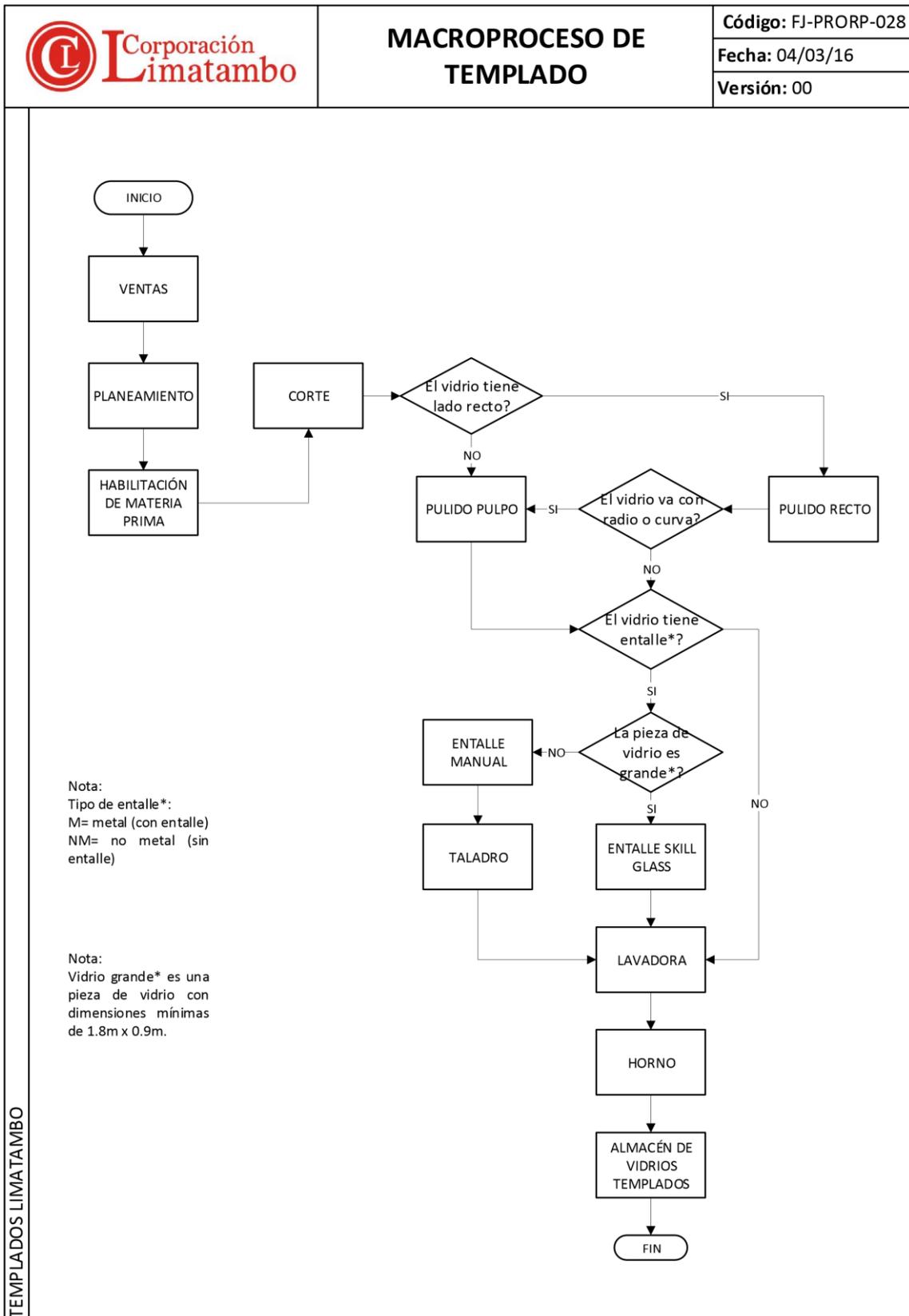
ROLES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1. Investigador	Persona que fundamentan el contenido sobre el tema de investigación.	02
2. Asesor	Persona profesional que guía el proceso de la investigación	01
Total de roles		03

PRESUPUESTO GENERAL					
Ítem	Descripción	Ejecución		Total	Observaciones
		Cantidad	Costo	S/.	
1	Servicio de internet	1	S/. 50.00	S/. 50.00	Movistar
2	Gasto de alimentación	2	S/. 96.00	S/. 192.00	Almuerzo (S/.6.00 diario)
3	Transporte	2	S/. 104.00	S/. 416.00	S/. 104.00 al mes (S/. 4.00 diario)
4	Equipo	1	S/. 250.00	S/. 250.00	Impresora con tinta recargable
5	Adquisición de bibliografía	2	S/. 35.00	S/. 70.00	Libros de investigación
6	Materiales	1	S/. 255.00	S/. 255.00	
		Total		S/. 1,231.00	

RECURSOS MATERIALES

Ítem	Descripción	Ejecución		Total	Observaciones
		Cantidad	Costo	S/.	
1	1 millar de hojas bond	1	S/. 18.00	S/. 18.00	
3	Lapiceros	2	S/. 0.50	S/. 1.00	
4	Juegos de anillados de trabajo	6	S/. 8.00	S/. 48.00	
5	Tintas de impresora	4	S/. 12.00	S/. 48.00	
6	Fotografías	20	S/. 2.00	S/. 40.00	
7	Imprevistos		S/. 100.00	S/. 100.00	
		Total		S/. 255.00	

Anexo 12. Macro proceso de templado



Anexo 13. Validación de instrumentos - 1

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señorita magister BETSY ROXANA LOURDES CERNA GARNIQUE

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Este, requerimos validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: "Impacto del TLS para reducir el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, San Juan de Lurigancho, 2021" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

Javier Bramón, Yéssica Susana
D.N.I: 70907012

Villegas Medina, Félix Miguel
D.N.I: 72883560

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador.

DNI: 41848703

Especialidad del validador:

¹**Pertinencia:** El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

16.de junio del 2021



Firma del Experto Informante.

Anexo 14. Validación de instrumentos - 2

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor doctor: José Luis Carrión Nin

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Este, requerimos validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **"Impacto del TLS para reducir el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, San Juan de Lurigancho, 2021"** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.



Javier Bramón, Yéssica Susana
D.N.I: 70907012



Villegas Medina, Félix Miguel
D.N.I: 72883560

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Carrión Nin, José Luis DNI: 07444710

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial/Economista/Magister en Costos y Presupuestos/ Magister en Administración/Doctor en Administración.

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

...16....de...Junio.....del 2021


Dr. Ing. José Luis Carrión Nin
R.G. CIP. 62913 - R.G. CEL 7464

Firma del Experto Informante.

Anexo 15. Validación de Instrumentos - 3



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor doctor JAVIER FRANCISCO PANTA SALAZAR

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Este, requerimos validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: "Impacto del TLS para reducir el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, San Juan de Lurigancho, 2021" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

Javier Bramón, Yéssica Susana
D.N.I: 70907012

Villegas Medina, Félix Miguel
D.N.I: 72883560

<p>Dimensión 5: Eliminar la restricción y estabilizar</p> $PY = \frac{PPDTE}{PT} \times 100$	<p>Leyenda: PY: Poka Yoke PPDTE: Productos producidos dentro del tiempo de entrega PT: Pedidos totales</p>							
<p>Dimensión 6: Reevalúe el rendimiento del sistema</p> $VSM = Cp \times \frac{TRT}{TTT}$	<p>Leyenda: VSM: Value Stream Mapping (Futura) CP: Cantidad producida TRT: Tiempo Real de Trabajo TTT: Tiempo Teórico de Trabajo</p>							
VARIABLE DEPENDIENTE: Índice de rechazos		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<p>Dimensión 1: Cumplimiento de entrega</p> $\text{Cumplimiento} = \frac{OP-OI}{OP} \times 100\%$	<p>Leyenda: OP: Ordenes Programadas OI: Ordenes Incumplidas.% Cumplimiento</p>							
<p>Dimensión 2: Productos Defectuosos</p> $DPMO = \frac{CPR}{CP} \times 10^6$	<p>Leyenda: DPMO: Defectos por millón de oportunidades CPD: Cantidad de Productos Rechazados CP: Cantidad Producida</p>							

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

- Se sugiere que el título empiece con la palabra "Aplicación" en vez de "impacto"

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [] **Aplicable después de corregir** [x] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: Panta Salazar Javier Francisco

DNI: 02638381

Especialidad del validador:

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

17 de junio del 2021

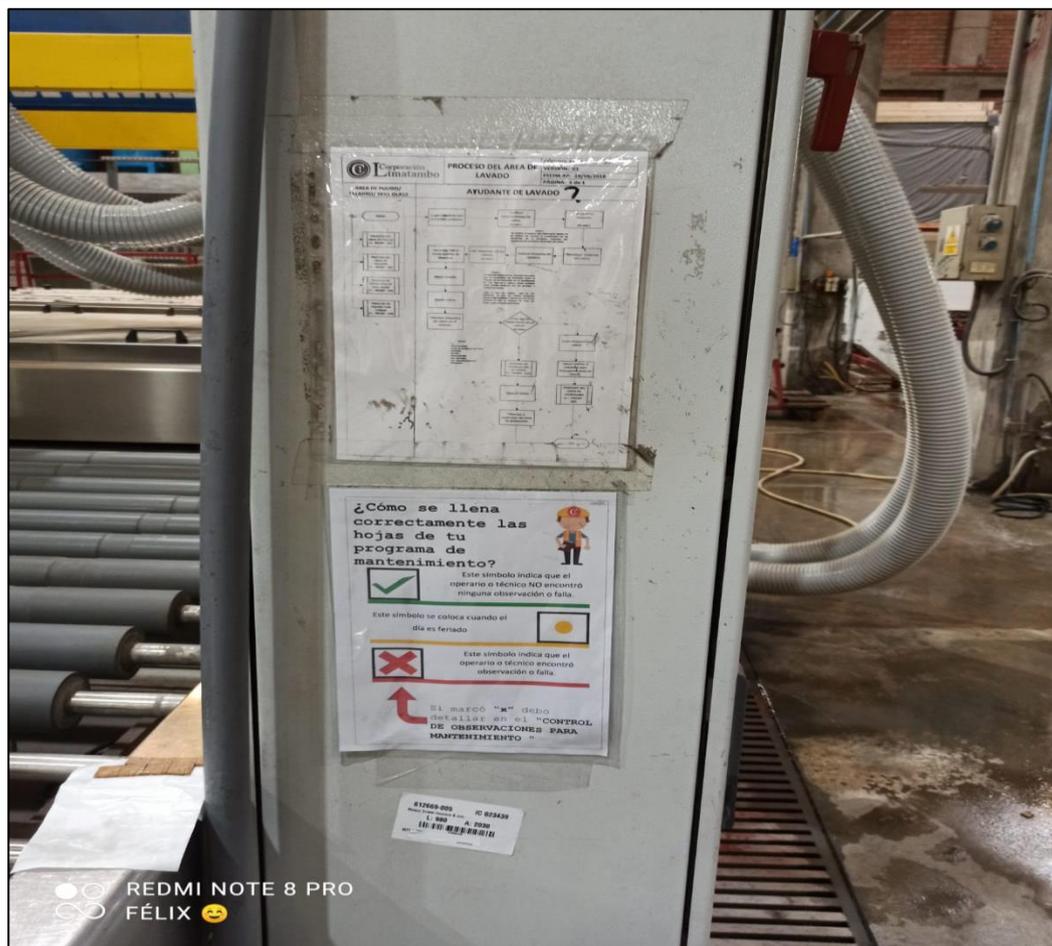


Firma del Experto Informante.

Anexo 16. Cronograma de actividades

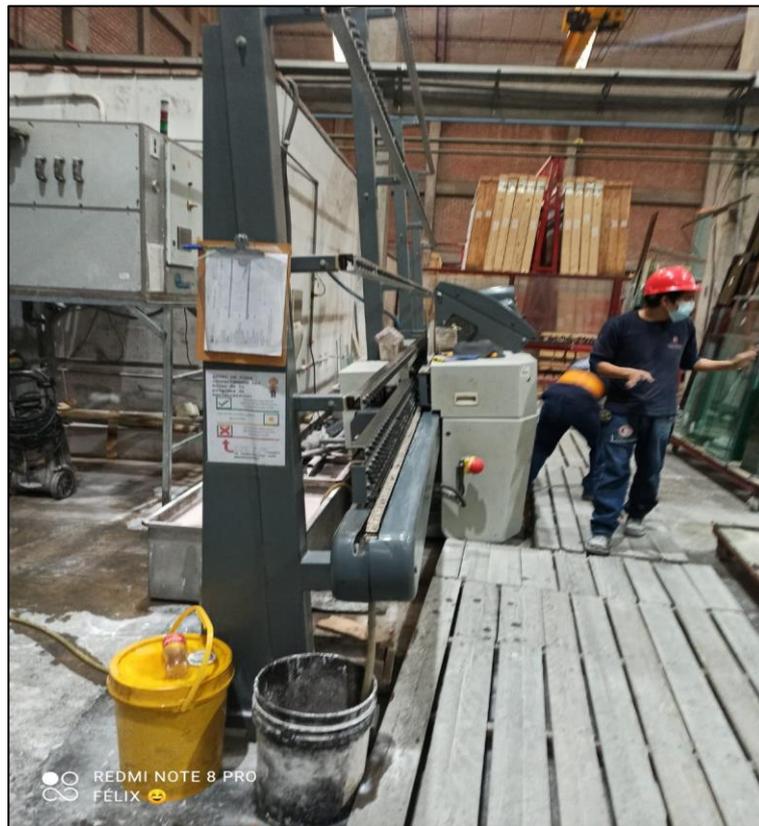
Proyecto: b de investigación : Impacto del TLS para reducir el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, San Juan de Lurigancho											Inicio:	08/04/2021
Alcance:											Fin:	20/07/2021
ID	Actividades del Proyecto	Descripción de Actividad	Inicio	Fin	Duración (días)	Antecesoras	Predecesoras	Avance %	Avance (Días)	Faltante (Días)	Recursos	Aux. Actividades
	Impacto del TLS para reducir el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, San Juan de Lurigancho, 2021		08/04/2021	20/07/2021	89	0		108%	96	-7		Impacto del TLS para reducir el índice de rechazos de producción en la planta de vidrios Templados Limatambo, San Juan de
A	SEMANA 1	Conocer la estructura del proceso de investigación que corresponde a su proyecto de investigación.	08/04/2021	15/04/2021	6	A		100%	6	0	Inicio Fase	SEMANA 1
B	SEMANA 2	Identificar el objeto de estudio /problema de investigación y su fundamentación teórica.	16/04/2021	22/04/2021	6	B		100%	6	0	Director de	SEMANA 2
C	SEMANA 3	Elaborar la justificación, supuestos / proposiciones / hipótesis y objetivos de la investigación.	23/04/2021	29/04/2021	6	C	B	100%	6	0	Director de	SEMANA 3
D	SEMANA 4	Plantear el diseño, tipo y nivel de investigación.	30/04/2021	06/05/2021	6	D	C	100%	6	0	Gerencia	SEMANA 4
E	SEMANA 5	Plantear los supuestos/proposiciones/ hipótesis y sus variables.	07/05/2021	13/05/2021	6	E	D	100%	6	0	Fin de Fase	SEMANA 5
F	SEMANA 6	Elaborar el diseño metodológico (diseño, tipo, nivel de investigación, hipótesis).	14/05/2021	20/05/2021	6	F	E	100%	6	0	Inicio	SEMANA 6
G	SEMANA 7	Sustentar la primera parte del proyecto de investigación.	21/05/2021	27/05/2021	6	G	D	100%	6	0	Auxiliar	SEMANA 7
H	SEMANA 8	Seleccionar la población y muestra / escenario y sujetos de estudio.	28/05/2021	03/06/2021	6	H	G	100%	6	0	Auxiliar	SEMANA 8
I	SEMANA 9	Elaborar las técnicas e instrumentos de obtención de datos, métodos de análisis y aspectos administrativos.	04/06/2021	10/06/2021	6	I	H	100%	6	0	Auxiliar	SEMANA 9
J	SEMANA 10	Elaborar las técnicas e instrumentos de obtención de datos, métodos de análisis y aspectos administrativos.	11/06/2021	17/06/2021	6	J	I	100%	6	0	Fin	SEMANA 10
K	SEMANA 11	Elaborar las técnicas e instrumentos de obtención de datos, métodos de análisis y aspectos administrativos.	18/06/2021	24/06/2021	6	K	J	100%	6	0	Inicio	SEMANA 11
L	SEMANA 12	Elaborar las técnicas e instrumentos de obtención de datos, métodos de análisis y aspectos administrativos.	25/06/2021	01/07/2021	6	L	I	100%	6	0	Director / A	SEMANA 12
M	SEMANA 13	Elaborar el proyecto de investigación.	02/07/2021	08/07/2021	6	M	L	100%	6	0	Director / A	SEMANA 13
N	SEMANA 14	Sustentar el proyecto de investigación	09/07/2021	15/07/2021	6	N	L	100%	6	0	Director / A	SEMANA 14
Ñ	SEMANA 15	Sustentar el proyecto de investigación.	16/07/2021	22/07/2021	6	Ñ	L	100%	6	0	Director / A	SEMANA 15
O	SEMANA 16	Sustentar el proyecto de investigación.	23/07/2021	29/07/2021	6	O	Ñ	100%	6	0	Director de	SEMANA 16

Anexo 17. Charlas 5'S en línea Lavadora



Fuente: Imágenes capturado por los autores, 2021, charla de capacitación y área de lavado, tomada de la planta Templados Limatambo.

Anexo 18. Charla Pulidora



Fuente: Imágenes capturado por los autores, 2021, charla de capacitación y área de pulido, tomada de la planta Templados Limatambo.

Anexo 19. Charla entalle



Fuente: Imágenes capturado por los autores, 2021, charla de capacitación y área de entalle, tomada de la planta Templados Limatambo.